

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

E.A.P. DE ODONTOLOGÍA

“Degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares de látex y no látex”

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Farfan Rodriguez, Mary Loly

Lima – Perú

2014

TÍTULO DE LA TESIS

“DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE LOS ELÁSTICOS
INTERMAXILARES DE LÁTEX Y NO LÁTEX”

MIEMBROS DEL JURADO

Presidente : Mg. C. D. Luis Fernando Pérez Vargas

Miembro : C.D Alejandro Ricardo Vásquez Olivares

Miembro (Asesor) : C.D. ESP. Luciano Carlos Soldevilla Galarza

AGRADECIMIENTOS

- Al C.D. Esp. Luciano C. Soldevilla Galarza, por su asesoría y valiosos consejos que estuvieron presentes en cada etapa del presente trabajo de investigación.
- Al jurado evaluador y calificador, Mg. C. D. Luis Fernando Pérez Vargas y C.D. Alejandro Ricardo Vásquez Olivares por sus comentarios y sugerencias.
- Al Mg. C. D. Manuel Mattos Vela por sus importantes sugerencias en la elaboración del presente trabajo de investigación.
- A la Facultad de Ciencias Biológicas por permitirme utilizar el laboratorio y equipo para la realización de este trabajo.
- A los docentes y amigos que me brindaron sus consejos y ayuda para el desarrollo del presente trabajo.

RESUMEN

DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE LOS ELÁSTICOS INTERMAXILARES DE LÁTEX Y NO LÁTEX

El propósito del presente estudio fue comparar la degradación de la fuerza entre los elásticos de látex y no látex de 3/16" y 6 oz. La muestra consistió en 30 elásticos por grupo e intervalo de tiempo haciendo un total de 180 elásticos de látex y 180 de no látex. Se midió la fuerza inicial de 30 elásticos de látex y 30 de no látex. Los demás fueron sometidos a tracción estática bajo condiciones orales de humedad y temperatura por 1, 3, 6, 12 y 24 horas antes de la medición de la fuerza con un dinamómetro (Correx250g, Alemania). Se empleó la prueba de Wilcoxon y la U de Mann – Whitney para determinar si existían diferencias significativas. Se encontró que los elásticos de látex presentaron una degradación media de la fuerza de 13,8% durante la primera hora, 17,4% a las 3 horas, 18,2% a las 6 horas, 21% a las 12 horas y 23,4 a las 24 horas. Los elásticos no látex presentaron una degradación media de la fuerza de 32,5% durante la primera hora, 39,6% a las 3 horas, 44,4% a las 6 horas, 51,1% a las 12 horas y 56% a las 24 horas. Se concluye que la degradación de la fuerza para los elásticos de látex fue menor al de los elásticos de no látex en todos los intervalos de tiempo.

PALABRAS CLAVE: Elásticos de látex – Elásticos no látex - Degradación de la fuerza.

SUMMARY

INTERMAXILLARY LATEX ELASTIC AND NON LATEX FORCE DEGRADATION

The purpose of this study was to compare the force degradation between latex and non latex elastic 3/16" 6oz. The sample consisted of 30 elastics per group and interval time. 180 latex and 180 non latex elastic were used. The initial force was measured in 30 latex elastic and 30 non latex elastic. Others elastics Were subjected to traction estatic in conditions of humidity and temeperature for 1, 3, 6,12 and 24 hours. The force was measured with Correx250g dynamometer. Wilcoson test and Mann – Whitney test was employed to determine significant differences. The latex elastic showed a mean force degradation of 13,8 during the first hour, 17.4% at 3 hours, 18.2% at 6 hours, 21%at 12hours and23, 4at 24hours.The elastic latex showed a mean force degradation of 32.5% during the first hour, 39.6% at 3 hours, 44.4% at 6 hours, 51.1% at 12hours and56% at 24 hours. It is concluded that the latex elastic force degradation was less tan the non-elastic latex in all times.

KEYWORDS: Latex elastics – Non Latex elastics - Force degradation

INDICE

I. INTRODUCCIÓN

1

II. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Área Problema

2

2.2 Delimitación del problema

3

2.3 Formulación del problema

4

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo General

5

2.4.2 Objetivos Específicos

5

2.5 Justificación

6

2.6 Limitaciones

7

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

8

3.2 Bases Teóricas

3.2.1 Materiales Ortodónticos

14

3.2.1.1 Elásticos Ortodónticos

15

A. Historia de los elásticos Ortodónticos

15

B. Aplicaciones Clínicas

16

C. Ventajas de los elásticos

17

D. Desventajas de los elásticos

17

E. Clasificación

E.1 De acuerdo al material

18

E.1.1 Elásticos de látex

18

E.1.2 Elásticos sintéticos

19

E.2 De acuerdo al uso

E.2.1 Elásticos intraorales

20

E.2.1.1 Elásticos intramaxilares

a. Elásticos de Clase I

20

E.2.1.2 Elásticos intermaxilares

a. Elásticos de Clase II

22

B. Elásticos de Clase III

23

c. Elásticos rectangulares

24

d. Elásticos de Clase II y Clase III

25

e. Elástico vertical

26

f. Elástico en M o W

26

g. Elástico en acordeón

27

h. Elástico triangular de Clase II

27

i. Elástico triangular de Clase III

28

j. Elástico para mordida cruzada

28

k. Elástico de finalización

29

E.2.2 Elásticos extraorales

29

F. Presentación de los elásticos

30

G. Degradación de los elásticos

31

3.2.2 Alergia al látex

33

3.2.2.1 Epidemiología

33

3.2.2.2 Tipo de reacciones alérgicas al látex

A. Reacciones tardías

35

B. Reacciones inmediatas

35

3.2.2.3 Manifestaciones Clínicas

35

3.2.3 Técnica Meaw

3.2.3. 1 Filosofía Meaw

38

3.2.3.2 Diseño de los arcos Meaw

38

3.2.3.3 Biomecánica

39

3.2.3.4 Función de los arcos Meaw

40

3.2.3.5 Uso de elásticos en la técnica Meaw

41

3.3 Hipótesis

43

3.4 Operacionalización de variables

44

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de estudio

45

4.2 Población

45

4.2.1 Criterios de inclusión

45

4.2.2 Criterios de exclusión

45

4.3 Procedimiento de recolección de datos

46

4.4 Métodos

48

4.5 Procesamiento de datos

49

4.6 Análisis de resultado

49

V. RESULTADOS

50

VI. DISCUSIÓN

59

VII CONCLUSIONES

63

VII RECOMENDACIONES

64

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

65

VII. ANEXOS

70

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Representación de los elásticos de Clase I.

20

FIGURA 2. Representación de los elásticos de Clase II.

22

FIGURA 3. Representación de los elásticos de Clase III.

24

FIGURA 4. Representación de los elásticos rectangulares.

24

FIGURA 5. Representación de los elásticos de Clase II y Clase III.

25

FIGURA 6. Representación de elásticos verticales.

25

FIGURA 7. Representación de elásticos en M.

26

FIGURA 8. Representación de elásticos en acordeón.

26

FIGURA 9. Representación del elástico triangular Clase II.

27

FIGURA 10. Representación del elástico triangular Clase III.

28

FIGURA 11. Representación de un elástico homolateral.

28

FIGURA 12. Representación de un elástico contralateral.

29

FIGURA 13. Diámetros de los elásticos que más se utilizan en ortodoncia.

31

FIGURA 14. Diagrama de la técnica arco de canto multiansas.

31

FIGURA 15. Diagrama del enderezamiento de los dientes posteriores y el cambio de la inclinación del plano oclusal con la técnica MEAW.

39

FIGURA 16. Diagrama de elásticos verticales en la técnica MEAW.

41

FIGURA 17. Diagrama de elásticos cortos de Clase II en la técnica MEAW.

41

FIGURA 18. Diagrama de elásticos cortos Clase III en la técnica MEAW.

42

FIGURA 19. Diagrama de elásticos triangulares en la técnica MEAW.

42

FIGURA 20. Diagrama de elásticos en forma de caja en la técnica MEAW.

42

FIGURA 21. Diagrama de elásticos de tope en la técnica MEAW.

42

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Fuerza generada por los elásticos de látex a diferentes intervalos de tiempo.

51

GRÁFICO 2. Porcentaje de fuerza perdida de los elásticos de látex a diferentes intervalos de tiempo.

52

GRÁFICO 3. Fuerza generada por los elásticos no látex a diferentes intervalos de tiempo.

53

GRÁFICO 4. Porcentaje de fuerza perdida de los elásticos no látex a diferentes intervalos de tiempo.

54

GRÁFICO 5. Comparación de los porcentajes de fuerza perdida entre los elásticos de látex y no látex en los distintos intervalos de tiempo.

58

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Distribución de los elásticos de látex y no látex.

50

TABLA 2. Fuerza generada por los elásticos de látex a diferentes intervalos de tiempo.51

TABLA 3. Porcentaje de fuerza perdida de los elásticos de látex a diferentes intervalos de tiempo.

52

TABLA 4. Fuerza generada por los elásticos no látex a diferentes intervalos de tiempo.

53

TABLA 5. Porcentaje de fuerza perdida de los elásticos no látex a diferentes intervalos de tiempo.

54

TABLA 6. Valores para determinar si existen diferencias significativas dentro de cada grupo.

55

TABLA 7. Comparación del porcentaje de fuerza perdida por los elásticos de látex entre intervalos de tiempo.

56

TABLA 8.Comparación del porcentaje de fuerza perdida por los elásticos no látex entre intervalos de tiempo.

57

TABLA 9. Comparación de los porcentajes de fuerza perdida entre elásticos de látex y no látex en los distintos intervalos de tiempo.

58

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Calibración.

70

ANEXO 2. Estudio piloto.

72

ANEXO 3. Prueba de normalidad.

73

ANEXO 4. Ficha de recolección de datos.

73

ANEXO 5. Elásticos intermaxilares de 3/16" y 6 oz

77

ANEXO 6. Instrumentos de medición

78

ANEXO 7. Máquina de baño maría Memmert

79

ANEXO 8. Maqueta utilizada para la tracción estática de los elásticos intermaxilares.

80

ANEXO 9. Mediciones

81

I. INTRODUCCION

En los tratamientos ortodónticos es necesario aplicar fuerzas para lograr el movimiento dental, para lo cual el ortodoncista usará algunos recursos como los elásticos ortodónticos.

Los elásticos son utilizados para la corrección de relaciones intermaxilares, en la retracción dental y cierre de espacios y como auxiliares en el uso de aparatos extraorales.¹ Los elásticos fueron aplicados en ortodoncia en la década de 1890 y hasta ahora son instrumentos importantes en la obtención de resultados favorables en el tratamiento ortodóntico. Fueron inicialmente hechos de caucho y luego diseñados en formas sintéticas sin látex.^{1,2}

El látex natural es un polímero de alto peso molecular que necesita ser procesado para mejorar sus propiedades. El proceso al que es sometido añade productos químicos que puede causar hipersensibilidad en algunos pacientes y odontólogos. Aproximadamente del 0.12 al 6% de la población y el 6.2% de los odontólogos son alérgicos al látex.³ Por esta razón es necesario el uso de elásticos sin látex en algunos casos.

Todos los materiales elastómeros sufren fatiga y el medio oral puede influir reduciendo su eficacia hasta en un 40% en un intervalo de 24 horas.⁴

Los elásticos con látex y sin látex no presentan un comportamiento similar⁵, por lo que es necesario evaluar sus propiedades mecánicas.

En el presente estudio se busca evaluar y comparar la degradación de la fuerza de los elásticos ortodónticos con látex y sin látex en un intervalo de 24 horas sometidos a tracción estática con el fin de poder conocer las características de la fuerza de extensión adecuadas para lograr el movimiento dental requerido.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACION

2.1 Área problema

Los tratamientos ortodónticos correctivos buscan el movimiento dental a una posición adecuada a través de fuerzas mecánicas a los dientes.

Los elásticos son fuentes de fuerza y son utilizados como componentes activos de la terapia de ortodoncia desde hace algunas décadas. Han sido un valioso complemento de cualquier tratamiento de ortodoncia ya que pueden ser usados en varias configuraciones para la corrección de una maloclusión en particular.⁶

Son utilizados en el movimiento dentario para corregir discrepancias transversales, en sentido anteroposterior, líneas medias dentales, relaciones inter arcos y mordidas abiertas de tipo dental, se utilizan también en ajustes en las etapas de finalización del tratamiento de ortodoncia y como auxiliares en la utilización de aparatos extraorales.

Los elásticos son utilizados por sus múltiples ventajas que incluyen su alta flexibilidad, bajo costo, y una gran capacidad para retornar a sus dimensiones originales después de una deformación sustancial; además que es fácil para el propio paciente cambiar los elásticos y mantener una adecuada higiene oral⁷. Sin embargo presentan algunas desventajas ya que requieren una gran colaboración del paciente y presentan una pérdida rápida de la fuerza inicial.

2.2 Delimitación del problema

Los elásticos de ortodoncia pueden ser fabricados de látex (caucho natural) o materiales sintéticos de polímero (poliuretano).⁸

El caucho natural es un elastómero formado por una estructura reticulada tridimensional mediante enlaces cruzados que posee bajas propiedades mecánicas, por lo que requiere de un proceso para reforzarlo. Durante el procesamiento del caucho se añade amoníaco, el cual produce una proteína alergénica. En el proceso de vulcanización del caucho se añaden otros agentes químicos aceleradores y antioxidantes que también son alérgenos.

Aproximadamente del 0.12 al 6% de la población y el 6.2% de los odontólogos son alérgicos al látex. El contacto del látex a la piel de personas alérgicas puede producir dermatitis y el contacto de los elásticos de ortodoncia a la mucosa puede producir reacciones sistémicas como el shock anafiláctico.^{9,10}

Cuando el elástico es estirado, la fatiga comienza en los puntos débiles en su interior o por la falta de homogeneidad en su superficie; además las cadenas moleculares se deslizan una sobre otra, lo que resulta en la deformación permanente del material y por consiguiente en la degradación de la fuerza generada por el elástico.^{7,8} Además el medio oral actúa como un agente en la degradación de la fuerza, ya que modifica la estructura molecular de los elásticos debido a daños físicos (traumas mecánicos, alteración en la temperatura) ; y alteraciones químicas entre el material, la saliva y sustancias de la dieta. Estas alteraciones se deben a que el material libera algunos de sus componentes y absorbe agua con otros constituyentes

de la saliva.⁸

Se ha reportado en la literatura que los elásticos de caucho en un medio acuoso u oral pierdan entre 10% y 40% de su fuerza inicial entre los 30 minutos y 24 horas después de su aplicación, y los elásticos sin látex pierden entre 19% y 43% de su fuerza inicial después de 24 horas. Por esta razón algunos autores sugirieron el uso del 40% más de la fuerza óptima al inicio de la aplicación del elástico para compensar la pérdida inicial, sin embargo, esto es empírico y son necesarios estudios que analicen las fuerzas de elongación y degradación de los elásticos.^{4,9}

Los elásticos de látex son utilizados comúnmente debido a que se han reportado mejores propiedades⁸, sin embargo debido a la alergia presentada por algunos pacientes es necesario el uso de elásticos sin látex. Ambos presentan un comportamiento diferente en la aplicación clínica por lo que sus propiedades mecánicas necesitan ser evaluadas.⁹

2.3 Formulación del problema

¿Existe diferencia en la degradación de la fuerza entre elásticos de látex y elásticos no látex de 3/16" y 6 onzas sometidos a tracción estática a la 1,3,6,12 y 24 horas ?

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo General

- Comparar la degradación de la fuerza entre elásticos de látex y elásticos no látex de 3/16" y 6 onzas sometidos a tracción estática a la 1,3,6,12 y 24 horas.

2.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la degradación de la fuerza de elásticos de látex de 3/16" y 6 onzas sometidos a tracción estática durante 1 hora.
- Determinar la degradación de la fuerza de elásticos de látex de 3/16" y 6 onzas sometidos a tracción estática durante 3 horas.
- Determinar la degradación de la fuerza de elásticos de látex de 3/16" y 6 onzas sometidos a tracción estática durante 6 horas.
- Determinar la degradación de la fuerza de elásticos de látex de 3/16" y 6 onzas sometidos a tracción estática durante 12 horas.
- Determinar la degradación de la fuerza de elásticos de látex de 3/16" y 6 onzas sometidos a tracción estática durante 24 horas.
- Determinar la degradación de la fuerza de elásticos no látex de 3/16" y 6 onzas sometidos a tracción estática durante 1 hora.

- Determinar la degradación de la fuerza de elásticos no látex de 3/16" y 6 onzas sometidos a tracción estática durante 3 horas.
- Determinar la degradación de la fuerza de elásticos no látex de 3/16" y 6 onzas sometidos a tracción estática durante 6 horas.
- Determinar la degradación de la fuerza de elásticos no látex de 3/16" y 6 onzas sometidos a tracción estática durante 12 horas.
- Determinar la degradación de la fuerza de elásticos no látex de 3/16" y 6 onzas sometidos a tracción estática durante 24 horas.

2.5 Justificación

Es importante que el ortodoncista sea capaz de elegir un elástico con las características de fuerza de extensión más adecuadas para el movimiento dental requerido, conociendo la magnitud de la fuerza aplicada al diente por la extensión del elástico y como esta fuerza disminuye con el tiempo.

El ortodoncista debe conocer las características de la fuerza de extensión de la gama de elásticos a su disposición.^{7,9} Se ha encontrado en la literatura que no existe uniformidad en los elásticos ortodónticos debido a que sus propiedades mecánicas difieren por el material y la compañía de producción.

11

El presente trabajo busca poder ayudar al desarrollo de guías clínicas para los elásticos de 3/16" y 6oz, y que el ortodoncista pueda alcanzar resultados más satisfactorios en sus tratamientos.

2.6 Limitaciones

La limitación que presenta este trabajo es no poder reproducir completamente todas las condiciones orales ya que la cavidad oral incluye una amplia gama de factores como fluctuaciones de pH, temperatura, acción enzimática y microbiana que pueden influir en la degradación de los elásticos, sin embargo se han reproducido variables como tiempo, humedad, temperatura y carga que son las que ejercen mayor influencia sobre los elásticos.

III. MARCO TEORICO

3.1 Antecedentes

FERNANDES E. et al (2011) evaluaron la fuerza de extensión y relajación de elásticos de látex de ortodoncia de diferentes diámetros y marcas comerciales. La muestra consistió en 5 elásticos de la marca American Orthodontics (AO), Tp, y Morelli Orthodontics (Mo) de 3/16, 1/4 y 5/16 pulgadas de tamaño, los cuales fueron evaluados en 6 intervalos de tiempo: 1, 3, 6, 12 y 24 horas; y fueron sometidos a tracción estática a 30 mm de distancia. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes fabricantes en todos los intervalos de tiempo. En el intervalo de 24 horas Tp mostró la mayor relajación de la fuerza de extensión, seguido de AO y Morelli en todos los diámetros de elásticos. Se encontró una notable disminución de la fuerza durante las 3 primeras horas, luego un ligero aumento entre las 3 y 6 horas y finalmente se observó un patrón más estable entre las 12 y 24 horas.⁹

LÓPEZ N. et al (2011) evaluaron la decadencia de la fuerza de dos marcas de elásticos de ortodoncia tanto en elásticos de látex y en elásticos no látex. La muestra consistió en 25 elásticos de 1/4 pulgadas y 4 oz de las marcas Dentsply GAC International y Lancer Orthodontics, los cuales fueron sometidos a estiramiento continuo a una longitud de tres veces su diámetro interno en condiciones secas y húmedas. La fuerza fue medida en el medio seco en tres intervalos de tiempo: 5 segundos, 8 y 24 horas; y en el medio húmedo en dos intervalos: 8 y 24 horas. Se encontró una mayor pérdida de fuerza en el medio húmedo que en el seco y las fuerzas iniciales en ambas marcas eran significativamente mayores a las reportadas por los fabricantes. En cuanto a la composición elástica, la

única diferencia significativa fue en la marca Lancer en condiciones secas donde la pérdida mayor de fuerza fue en los elásticos no latex. En la comparación de las marcas se encontró una mayor pérdida de fuerza en la marca GAC en comparación a la Lancer. Los autores proponen que serían necesarios estudios in vivo para confirmar los resultados obtenidos.³

WANG T. et al (2007) evaluaron las características de la degradación de la fuerza de elásticos de látex en aplicaciones clínicas e in vitro. Se utilizó como muestra elásticos de 3/16 pulgadas que fueron utilizados por 12 alumnos para realizar tracciones intermaxilares e intramaxilares. Para el estudio in vitro se colocaron elásticos de 3/16 pulgadas en saliva artificial y en condiciones secas, y fueron estirados 20mm. Como resultados se obtuvo que en los intervalos de 24 y 48 horas la fuerza disminuyó significativamente en las pruebas in vivo y en saliva artificial, mientras que no hubo diferencias en las condiciones secas. En la tracción intermaxilar el porcentaje de la fuerza inicial después de 48 horas fue de 61%, y en la tracción intramaxilar y en la saliva artificial el porcentaje restante fue de 71%. La mayor degradación de la fuerza se produjo en la primera media hora tanto en el estudio in vivo como in vitro.¹⁰

WONG A. et al (1976) observaron los cambios que se producen en la fuerza y las propiedades físicas de los elásticos de látex y los materiales elastómeros más usados en ortodoncia. Se evaluó la resistencia a la rotura donde se encontró que los elásticos de látex mostraron una mayor pérdida a la resistencia durante un periodo de 21 días. Se observó que la decadencia de la fuerza bajo la aplicación de una fuerza constante al látex, elásticos y cadenas se produjo en mayor medida las 3 primeras horas en condiciones húmedas y se mantuvo relativamente en el periodo restante

de la prueba. Se pudo concluir que para realizar procedimientos clínicos se debe tener en cuenta la rápida decadencia de la fuerza inicial de los materiales elásticos y sus fuerzas residuales.¹²

ALAVI S. et al (2014) evaluaron la pérdida de la fuerza de tres marcas de elásticos en un periodo de 24 horas. La muestra consistió en 70 elásticos no latex de las marcas Forestadent, Dentaaurum y OrthoTechnology los cuales se les realizó una prueba estática en ambiente seco para evaluar la fuerza inicial y otra en ambiente húmedo para evaluar la pérdida de la fuerza en 24 horas. En los resultados se encontraron diferencias significativas entre la pérdida de fuerza en el periodo de 24 horas entre las diferentes marcas, encontrándose la mayor pérdida en la marca Foresta dent seguida por Dentaaurum y finalmente OrthoTechnology. Se observó que la pérdida de fuerza es entre 19 y 38% a las 24 horas. De acuerdo a los porcentajes de fuerza perdida se sugirió el reemplazo de los elásticos no látex varias veces al día.⁴

LACERDA DOS SANTOS R. et al (2012) tuvieron como objetivo evaluar la influencia de los niveles de pH en la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares de látex y no látex. Los elásticos se mantuvieron estirados 25mm en saliva artificial con niveles de pH 5.0, 6.0 y 7.0. Las magnitudes de fuerza fueron medidas a la 1, 6,12 y 24 horas. También se realizó una prueba de citotoxicidad utilizando cultivos de células de ratón. Como resultados se obtuvo que no hubo diferencias significativas entre el pH y la degradación de la fuerza de los elásticos. Los elásticos no látex mostraron un mejor rendimiento y menor degradación de la fuerza al compararlos con los elásticos de látex. En la prueba de citotoxicidad se encontró que el grupo de elásticos de látex mostró una viabilidad celular más baja. Se

concluyó que dentro de los límites del presente estudio in vitro no se encontraron correlaciones significativas entre pH, fuerza de decadencia y citotoxicidad.¹³

SAUGET P. et al (2011) evaluaron la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares de látex y no látex en los rangos normales de pH salival. La muestra consistió en dos grupos de elásticos no látex de las marcas American Orthodontics y Auradonics, y un grupo de elásticos de látex de la marca American Orthodontics los cuales fueron estirados 15mm en saliva artificial con niveles de pH 5.00, 6.00 y 7.5. Se midió la fuerza en intervalos de tiempo de 10 segundos, 4,8 y 12 horas a 25mm de distancia. No se encontró una correlación significativa entre el ph y la degradación de la fuerza. Los elásticos sin látex de ambas marcas produjeron fuerzas significativamente mayores que los elásticos de látex a las 4,8 y 12 horas pero no a los 10 segundos.¹⁴

LEÃO J. et al (2013) evaluaron in vitro los efectos de la ingesta frecuente de bebidas en la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares de látex. La muestra fue de 180 elásticos d 1/4" que fueron sumergidos en 6 bebidas: Coca Cola, cerveza, zumo de naranja, vino tinto, café y saliva artificial (control) los cuales se sometieron a 5 ciclos de inmersión y se midió la fuerza después de cada ciclo. Se observó que no había diferencias significativas entre los grupos en los mismos periodos de tiempo. Se encontró un mayor grado de degradación en los periodos iniciales que fue disminuyendo gradualmente con el tiempo en todos los grupos.⁸

GIOKA C. et al (2006) evaluaron la relajación de la fuerza de los elásticos de látex después de 24 horas de extensión y estimaron la extensión requerida para alcanzar la fuerza reportada. Se utilizaron 5 elásticos de diferentes marcas y tamaños: 3/16" de 4.5 y 6.5 onzas, 1/4" de 3.5 y 4.5 onzas, 5/16" de 6 onzas y 3/8" de 3.5 y 4.5 onzas los cuales fueron extendidos hasta alcanzar la fuerza informada por el fabricante. Como resultado los elásticos mostraron un 25% de disminución a las 24 horas. La mayor relajación ocurrió dentro de las 3 a 5 horas después de iniciar la extensión independientemente del tamaño, fabricante o fuerza del elástico. Los elásticos fueron extendidos entre 2,7 y 5 veces su longitud original para alcanzar la fuerza reportada por los fabricantes.¹⁵

FERNANDES D. et al (2011) evaluaron la relajación de la fuerza de extensión de diferentes marcas y diámetros de elásticos de látex sometidos a tracción estática. Se utilizaron 15 elásticos de American Orthodontics, TP y MorelliOrthodontics en los diámetros de 3/16", 1/4" y 5/16" de cada fabricante. Las fuerzas se leyeron después de 1,3,6,12 y 24 horas de estar extendidos 30mm de distancia en medios secos y húmedos. Se encontró diferencias significativas en la relajación de la fuerza entre todas las marcas. Se observó una notable disminución de la fuerza en las 3 primeras horas, un ligero aumento entre las 3 y 6 horas, y una reducción progresiva entre las 6 y 24 horas. La inmersión en agua y temperatura tienen un papel importante en la degradación de los elásticos de látex.⁷

KERSEY M. et al (2003) determinaron los efectos de la extensión repetida y estática en la desintegración de la fuerza de elásticos de látex y no látex. Se utilizaron 12 elásticos de 1/4" y 6 onzas por grupo. Las pruebas estáticas se realizaron estirando los elásticos tres veces su diámetro

interno (19.05mm) y se midió la fuerza en un intervalo de 24 horas. La prueba cíclica utilizó la misma extensión inicial pero se añadió 24,7mm para simular la extensión de la apertura bucal máxima. Se encontró que la prueba cíclica causó significativamente mayor pérdida de fuerza en los primeros 30 min. El porcentaje restante de la fuerza inicial en las pruebas estáticas a las 4,8 y 24 horas fue de 87%, 85%,83% y 83%, 78%, 69% para los elásticos de látex y no látex respectivamente. En las pruebas cíclicas el porcentaje a las 4,8 y 24 horas fue de 77%, 76%, 75% y 65%, 63%, 53% para los elásticos de látex y no látex respectivamente. Se concluyó que los elásticos de látex tuvieron significativamente mayor fuerza con el tiempo que los elásticos no látex.⁵

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Materiales ortodónticos

Elementos pasivos

Son los elementos que distribuyen sobre los dientes las fuerzas introducidas en los elementos activos. La fuerza puede ser distribuida directamente, como en el caso de un resorte incorporado a una placa de Schwartz, o indirectamente a través de elementos que se conectan a los dientes como una banda o un bracket.

Elementos activos

Son elementos con propiedades elásticas, que proporcionan la capacidad de almacenamiento y liberación de fuerzas, cuya selección y diseño permite controlar las características de las fuerzas que se aplican sobre los dientes. De esta forma se puede regular la intensidad, duración y dirección de las fuerzas. Estos elementos se pueden clasificar según el material en dos grupos:

- **Metales:** Alambres para la confección de arcos y otros componentes de los aparatos ortodónticos y los resortes.
- **Poliméricos:** Elásticos y materiales elastoméricos. ¹⁶

3.2.1.1 Elásticos ortodónticos

Son materiales ortodónticos generadores de fuerza que se utilizan para mover los dientes en forma activa, dentro de los arcos mediante diferentes aplicaciones mecánicas.¹⁷

A. Historia de los elásticos en ortodoncia

Las civilizaciones Inca y Maya utilizaron los primeros elásticos conocidos de goma natural que eran extraídos de los árboles de caucho.

En 1728 Pierre Fauchard proponía cerrar diastemas anteriores con ligadura de seda en su libro “ LeChirurgienDentisteouTraité des Dents”. En 1756 P. Bourdet utilizó una banda con ligaduras de oro o seda para mover dientes, anticipándose a la época del arco recto. F.Cellier en 1803 fue quien introduce por primera vez una mentonera especial con tiras de goma. En 1839 Goodyear describe la vulcanización del caucho.

En 1841 Schange en su obra “ Précis sur le redressement des dents” publicado en París, utilizó hilos elásticos para mover dientes. Calvin Case fue el primero en utilizar fuerzas elásticas intermaxilares para corregir maloclusiones en 1892. Luego H. Baker en 1904 publicó en el International Dental Journal un artículo titulado “ Treatment of protruding and receding jaws by the use of intermaxillary elastics”. Edward Angle en 1907 proponía una clasificación de las maloclusiones : Clase I, Clase II, Clase III, y el uso de las correspondientes fuerzas elásticas en su libro “ Treatment of Malocclusion of Teeth” .

En 1948 Charles Tweed inició el uso de los elásticos de Clase III para reforzar la preparación del anclaje en maloclusiones Clase II, antes de utilizar los elásticos de Clase II. Fred Schudy en 1958 recomendó elásticos cortos de Clase II, desde el primer molar superior junto con fuerza extraoral de tracción alta para controlar el sentido vertical. Fue en 1963 que Jarabak y Fizzel describieron por primera vez la biomecánica de los elásticos Clase II en su libro “Technique and Treatment With the Light Wire Appliance”.

En 1965 R. Begg en su libro “Begg Orthodontic Theory and Technique” utilizaba elásticos de Clase II, los cuales se cambiaban cada cinco días.

Ricketts en 1970 creó la técnica Bioprogresiva de arco cuadrado seccional, recomendando el empleo de elásticos en los casos de mordida abierta. En 1972 Roth recomendó el uso de elásticos intermaxilares cortos de Clase II para ayudar a la nivelación de la curva de Spee, asociada con fuerza extraoral de tracción alta para controlar el sentido vertical.

De 1973 a 1996 Michael Langlade desarrolló la aplicación clínica de las fuerzas elásticas en diferentes situaciones y propuso biomecánicas comparativas de uso clínico.¹⁸

B. Aplicaciones clínicas

- Corregir discrepancias en sentido anteroposterior.
- Corregir discrepancias transversales.

- Corregir discrepancias de las líneas medias dentales.
- Ajustes verticales menores en la etapa de finalización.
- Producir extrusiones y corregir mordidas abiertas de tipo dental.
- Extrusión individual de dientes para mejorar la intercuspidación.
- En mecánicas con fricción para desplazar dientes sobre arcos rígidos.
- En algunas ocasiones producen cambios esqueléticos significantes.¹⁸

C. Ventajas de los elásticos

- Se colocan y se remueven por el paciente
- Se desechan después de ser usados
- No se requiere activación por el ortodoncista
- El efecto se incrementa por movimientos mandibulares (masticación y fonación).¹⁹

D. Desventajas de los elásticos

- Sufren deterioro y pérdida de elasticidad
- Absorción de la humedad¹⁹
- Pueden causar extracción dental y abrir la mordida.¹⁸
- La fuerza ejercida no es constante
- Requieren mucha(colaboración del paciente: El paciente puede colocar de manera errónea el elástico o su negligencia puede retardar o comprometer el tratamiento.²⁰

E. Clasificación de los elásticos

E.1 De acuerdo al material

E.1.1 Elásticos de látex

Los elásticos de látex son obtenidos a partir de la extracción vegetal seguida por un proceso de fabricación hasta la obtención de un producto final.²¹ El caucho natural puede ser obtenido de más de 100 diferentes tipos de especies silvestres como el *Hevea Brasiliensis*, el *Manihot Glaziovii* y la *Castilloa elástica*, entre otras. Sin embargo la mayor fuente es la *Hevea Brasiliensis*.

La estructura química del caucho natural es *cis*-1,4 poliisopropeno que contiene aproximadamente 500 unidades de isopropeno.

La unidad estructural de la molécula es del grupo de los hidrocarburos (C_5H_8), el cual es capaz de fijar, por adición, grupo covalentes.^{12,17}

El caucho natural se obtiene directamente del árbol por medio del “sangrado”, que consiste en hacer un corte en forma de ángulo a través de la corteza profundizando hasta el cambium de donde fluye lentamente un jugo lechoso y viscoso. Esta secreción o producto de desecho que se produce en el protoplasma celular por reacciones bioquímicas de polimerización, catalizadas por enzimas y que cuanto más se extrae más se regenera. El látex fresco se transforma en caucho seco por medio de procesos químicos con sustancias coagulantes.¹⁷

La limitación más importante del caucho natural es su enorme sensibilidad a los efectos del ozono o a otros sistemas de generación de radicales libres tales como la luz solar o la luz

ultravioleta que produce grietas. Para evitar eso se añaden agentes antiozono y antioxidantes en el momento de la fabricación del latex. Sin embargo cuando se corta en bandas de látex individuales, el área de superficie se incrementa y el ozono se puede difundir más rápidamente en las bandas, lo cual limita considerablemente la vida útil de los elásticos de látex.¹²

Citotoxicidad de los Elásticos de Látex

El caucho natural utilizado para la fabricación de elásticos en ortodoncia es más tóxico y alergénico que los cauchos sintéticos debido a la presencia de proteínas de alto peso molecular y de aditivos utilizados durante el proceso

E.1.1 Elásticos sintéticos

Los elásticos sintéticos son obtenidos por medio de transformaciones químicas del carbón, petróleo y algunos alcoholes vegetales. Sin embargo su composición química exacta es una información no divulgada de cada fabricante.²¹

La composición interna de los elásticos sintéticos es determinada por el nivel de tecnología empleada y por la calidad de las materias primas empleadas en su manufactura.

Químicamente los elastómeros son considerados polímeros. El origen griego de la palabra explica su estructura, donde “poli” significa muchas y “meros”, partes. Son sustancias compuestas por varias moléculas que se repiten formando una cadena de unidades fundamentales, denominadas monómeros.

Estos polímeros son compuestos por enlaces primarios y secundarios con poca atracción molecular. Inicialmente los polímeros presentan un patrón espiral y cuando se deforman, debido a la aplicación de una fuerza, las cadenas poliméricas se ordenan en una estructura lineal con enlaces cruzados en algunos puntos a lo largo de las cadenas.

La modificación del patrón espiral a lineal ocurre debido a los débiles enlaces secundarios, y la recuperación de su estructura inicial se debe a los enlaces cruzados.²²

E.2 De acuerdo al uso

E.2.1 Elásticos intraorales

Los elásticos intraorales son utilizados en la cavidad oral cumpliendo un papel importante en la mayoría de las formas de terapia con aparatología fija. Los elásticos intraorales pueden ser intramaxilares e intermaxilares.^{6,17}

E.2.1.1 Elásticos intramaxilares

Son aquellos que se colocan y actúan en un mismo arco dental.

Las fuerzas que producen son de tipo horizontal.¹⁷

a. Elásticos de Clase I

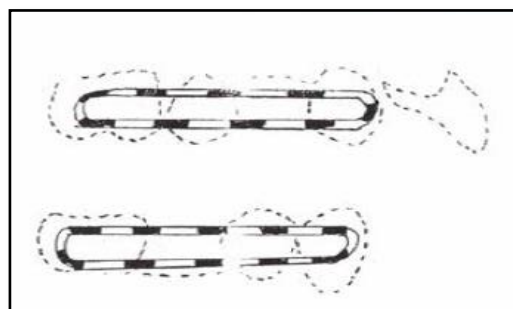


Figura 1. Representación de los elásticos de Clase I

Se denominará clase I cuando se encuentre en el mismo arco (intra-arco), pero no en problemas transversales. La mayoría de los elásticos de clase I pueden tener un efecto de movimiento, el cual puede ser horizontal, vertical o transversal.

Aplicaciones

- Cierre de espacios
- Movimiento distal (retracción)
- Movimiento de mesialización
- Extrusión e intrusión
- Rotar un diente o dientes recíprocos
- Mover un diente el cual es difícil de ajustar en el arco de alambre.
- Extruir un diente (impactado)

Problemas clínicos

Los elásticos Clase I no suelen presentar problemas clínicos, sin embargo, tal como cualquier sistema en ortodoncia pueden dar complicaciones debido al incremento rápido de las fuerzas, tales como: inclinaciones anormales, rotaciones exageradas, extrusión exagerada, pérdida de anclaje y desplazamiento mínimo o insuficiente.¹⁹

E.2.1.2 Elásticos intermaxilares

Son aquellos que se colocan y actúan en los dos maxilares. Las fuerzas que producen son de tipo horizontal, transversal y vertical.

a. Elásticos de Clase II

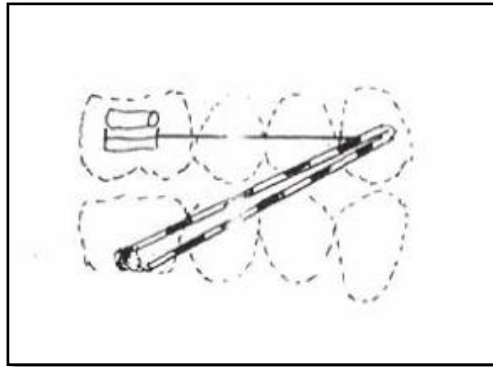


Figura 2. Representación de los elásticos de Clase II

Los elásticos de clase II, son elásticos intermaxilares colocados anteriormente en el maxilar y posteriormente en la mandíbula en diferentes dientes, ya sea por vestibular o lingual, siempre y cuando lleven ésta dirección: pueden ser apoyados en los tubos de los morales, hooks de brackets o ligadura de Kobayashi.

Aplicaciones:

- Para producir cambios dentarios anteroposteriores.
- Maloclusiones Clase II dental y/o esquelética
- Ayudan a obtener una clase I canina desde una relación clase II.
- Anclaje
- Movimiento distal del segmento anterior.
- Avance del arco mandibular.
- Mordida abierta
- Retroinclinación de incisivos superiores y proinclinación de los inferiores
- Para cerrar pequeños espacios

- Para mantener bordes posteriores y evitar rotación mandibular posterior.

Problemas clínicos

- Rotación exagerada
- Extrusión exagerada
- Pérdida de anclaje
- Tipping inadecuado
- Extrusión de los dientes posteroinferiores
- Inclínación labial de los dientes anteroinferiores.
- Bajan el plano oclusal anterior
- Crean sonrisa gingival.¹⁹

Contraindicaciones

- Clase III
- Mordida abierta esquelética de Clase II.¹⁸

b. Elásticos Clase III

Los elásticos intermaxilares de Clase III son colocados posteriormente en el arco superior (molar) y anteriormente en el arco mandibular (canino). Presentan diferentes efectos en bambas arcadas como extrusión de los dientes posterosuperiores, inclinación mesial del primer molar superior, ligero avance del maxilar, proinclinación de incisivos superiores, extrusión y retroinclinación de incisivos inferiores y distalización del arco inferior.

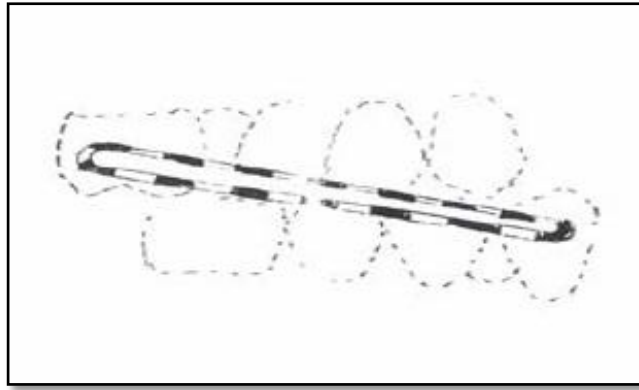


Figura 3. Representación de los elásticos de Clase III

Indicaciones

- Pacientes clase III dental y esqueletal que pueden tener patrón esqueletal de mordida profunda.
- Mordida cruzada anterior o borde a borde en relación céntrica.
- Sobremordida vertical incisiva de clase III, permitiendo un posible camuflaje para una rotación mandibular posterior.
- Anclaje mandibular con extracción de los primeros premolares.
- Corrección de desviación de línea media.
- Control de dimensión vertical.¹⁹

Contraindicaciones

- Clase II
- Mordida abierta esquelética.¹⁸

c. Elásticos Rectangulares o en caja

Los elásticos en caja pueden ser colocados en la región anterior o en la región posterior. Ayudan a provocar la extrusión dentaria y mejoran la intercuspidad.

Indicaciones

Están indicados para cerrar espacios, extruir un segmento de los arcos dentales e interdigitar, cerrar mordidas anteriores y posteriores, mejorar el overbite y overjet, así que pueden ser colocados en diversos vectores(vector en Clase I, Clase II y Clase III).¹⁹

Contraindicaciones

Casos de supraoclusión de los incisivos.²⁰

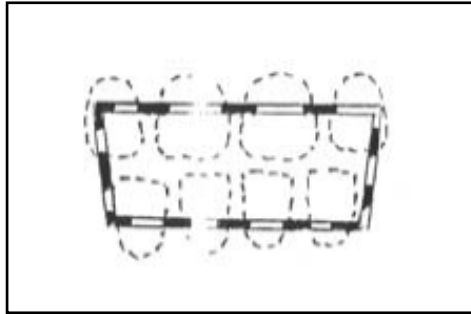


Figura 4. Representación de los elásticos rectangulares

d. Elásticos de Clase II y Clase III

Indicaciones

Se utilizan elásticos de Clase II de un lado y elásticos de Clase III del lado opuesto para corregir línea media y relación canina.

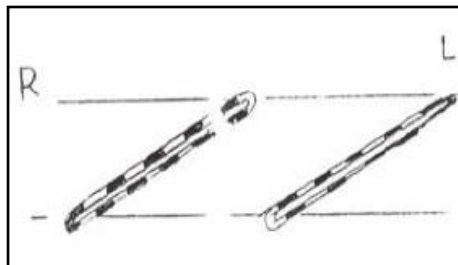


Figura 5. Representación de los elásticos de Clase II y Clase III en el lado derecho e izquierdo respectivamente.

Contraindicaciones

Casos de mordida abierta esquelética.¹⁸

e. Elástico vertical

Indicaciones

El elástico vertical aplica fuerzas de extrusión y se utiliza en casos de mordidas abiertas.

Contraindicaciones

Casos de supraoclusión anterior y mordida abierta esquelética lateral.²⁰

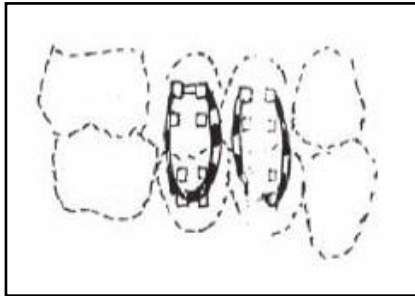


Figura 6. Representación de elásticos verticales

f. Elásticos en M o W

Estos elásticos son usados para extruir un grupo de dientes y cerrar de manera efectiva la mordida. Está contraindicado en mordida abierta esquelética.^{18,19}

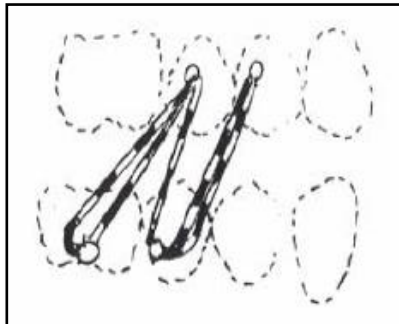


Figura 7. Representación de elásticos en M

g. Elásticos en acordeón

Tienen el mismo propósito que los M o W de extrusión dental para cierre de mordida abierta, pero estos añaden un componente de contracción para el cierre de espacios.

Está contraindicado su uso en casos de mordida abierta esquelética.^{19,20}

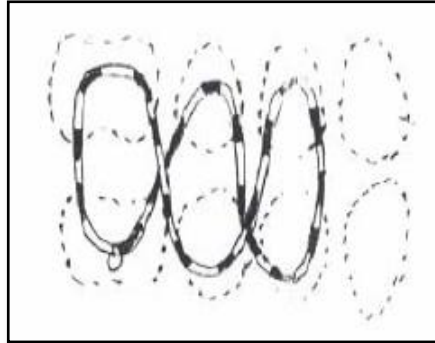


Figura 8. Representación de elásticos en acordeón

h. Elástico triangular de Clase II

Elásticos en forma triangular cuyas fuerzas distalizan el maxilar, mesializan la mandíbula y causan extrusión dental. Son utilizados en casos de Clase II con mordida profunda esquelética. Están contraindicados en los casos de mordida abierta esquelética.²⁰

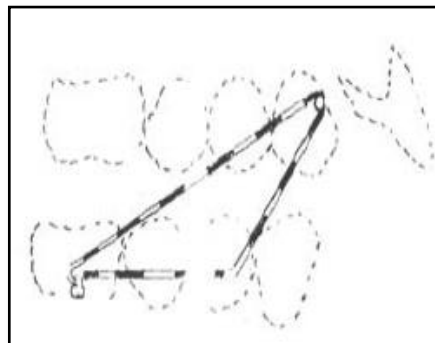


Figura 9. Representación del elástico triangular Clase II

i. **Elástico triangular de Clase III**

Elásticos en forma triangular cuyas fuerzas mesializan el maxilar, distalizan la mandíbula y causan extrusión dental. Son utilizados en casos de Clase III con mordida profunda esquelética. Están contraindicados en casos de mordida abierta esquelética.²⁰

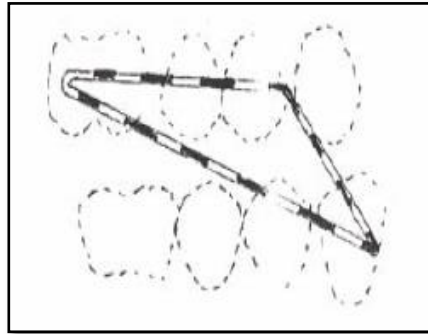


Figura 10. Representación del elástico triangular Clase III

j. **Elásticos para mordida cruzada**

Elástico homolateral

Son utilizados para descruzar la mordida de un diente o un grupo de ellos. Se coloca en la cara palatina de un molar superior hacia el gancho del molar inferior del mismo lado. Está contraindicado en mordida abierta esquelética

Elástico contralateral

Es un elástico colocado en los lados opuestos a arcos dentales, del molar superior de un lado hacia el molar inferior del lado contrario o viceversa. Está contraindicado en mordida abierta esquelética.^{18,19}

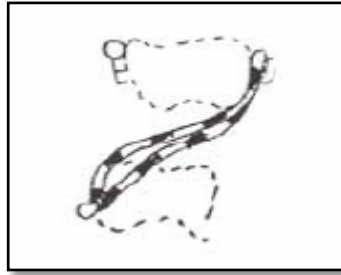


Figura 11. Representación de
de
un elástico homolateral
contralateral

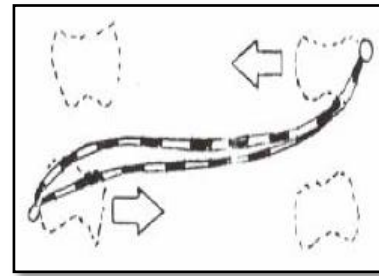


Figura 12. Representación
un elástico

k. Elásticos de finalización

Son elásticos utilizados al final del tratamiento ortodóncico para la intercuspidación final posterior. En los casos de Clase II, los elásticos se inicial en el canino superior y continúan hacia el primer premolar inferior y en la misma forma hacia arriba y abajo hasta terminar en el primer molar inferior; en los casos de Clase III, se inician en el canino inferior y continúan en el canino superior hasta terminar en el primer molar superior.¹⁹

E.2.2 Elásticos extraorales

Los elásticos extraorales son utilizados en los sistemas de mecánica extra oral. Las fuerzas que se utilizan son pesadas y súper pesadas que son desde 13 oz hasta 18 oz respectivamente.^{6,19}

F. Presentación de los elásticos

Se encuentran en diferentes tamaños y espesores para producir una fuerza precisa y aplicada. Usualmente la fuerza prescrita se obtiene cuando el elástico es estirado tres veces su diámetro.¹⁹

- Fuerza:

- Ligera : 1.8 oz = 51.03 gr
- Mediano : 2.7 oz = 76.54 gr
- Pesado : 4 oz = 113.4 gr
- Súper pesado : 6oz = 170.1 gr

- Diámetro o lumen

- 3 mm = 1/8 "
- 4 mm = 3/16 "
- 6 mm = 1/4 "
- 8 mm = 5/16 "
- 10 mm = 3/8 "
- 12 mm = 1/2 "
- 14 mm = 9/16 "
- 16 mm = 5/8 "
- 18 mm = 11/16 "

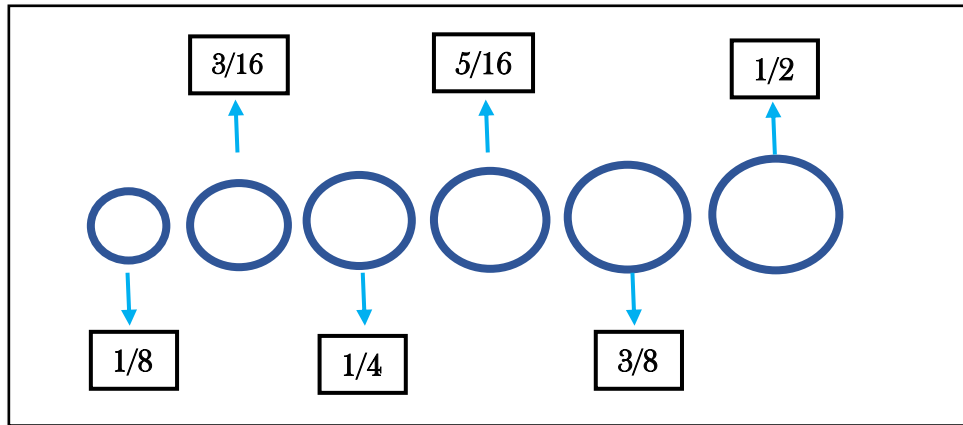


Figura 13 . Diámetros de los elásticos que más se utilizan en ortodoncia.

G. Degradación de los elásticos

La capacidad de liberación de las fuerzas de los materiales elásticos está atribuida a la magnitud de la fuerza inicial, al periodo en que permanece extendido y a la proporción de la degradación de las fuerzas elásticas. Cuando los elásticos son sometidos a cargas que superan su límite de tensión, se inicia la fatiga del material en regiones internas de menor resistencia, o en áreas extensas más heterogéneas.²³

Degradación de los elásticos de látex

Los elásticos de látex pierden parte de su fuerza inicial cuando son insertados en el medio oral a actividades orales como la masticación, deglución y habla; y cuando son sometidos a diferentes agentes bucales como pH salival, humedad, temperatura intraoral, alimentos y bebidas con diferentes grados de acidez o alcalinidad.

La permanencia de los elásticos en medio húmedo resulta en la saturación de la matriz del látex llevando a la deformación permanente por la rotura de los enlaces intermoleculares internos.

Algunos estudios in vitro simularon medios con varios tipos de saliva, ciclos y dietas, con el objetivo de estudiar las modificaciones impuestas por estas variables, observándose que las fuerzas generadas por los elásticos sufren una considerable degradación el primer día de utilización especialmente las primeras horas de uso.²³ Los elásticos de látex en agua o medio oral pierden entre 10% y 40% de su fuerza inicial entre 30 minutos y 24 horas después de su aplicación.⁹

Degradación de los elásticos sintéticos

La deformación permanente de los elásticos sintéticos solo ocurre cuando el polímero es distendido por encima de su límite elástico, promoviendo la rotura de los enlaces cruzados. Cuando son extendidos y expuestos al medio oral absorben agua y saliva y sufren rotura de sus enlaces internos promoviendo una deformación permanente.²² Algunos estudios sobre la degradación de la fuerza de los elásticos sintéticos indican que estos pierden entre 19% y 47% de su fuerza inicial después de 24 horas de uso.⁴

3.2.2 Alergia al látex

De los aproximadamente 240 polipéptidos presentes en el látex, alrededor de 60 son antigénicos y 13 de ellos han sido identificados, siendo los más frecuentes el factor de elongación de caucho, o Hev b 1 y el homólogo del factor de elongación o Hev b 3, los cuales son alérgenos mayoritarios en pacientes que han sufrido múltiples intervenciones quirúrgicas y son responsables de la sensibilización en un alto porcentaje del personal sanitario. Otros alérgenos mayoritarios son la Hev b 5, que posee una alta homología en su secuencia con la proteína ácida del kiwi, la preveína y la heveína (Hev b 6), la Hev b 7 y la profilina o Hev b 8 que puede causar reactividad cruzada entre determinadas frutas y el látex.^{24,25}

Estos alérgenos son proteínas solubles, que resisten la vulcanización, y en contacto con el sistema inmune promueven la estimulación apropiada para la síntesis de Ig E específica y la aparición de reacciones de hipersensibilidad inmediata o Tipo I. En la fabricación de objetos de látex, para aumentar su resistencia, elasticidad y durabilidad, se le añaden diferentes sustancias. Entre estas sustancias destacan los aceleradores (grupos carbamato, tiuran, mercapto, guanidina, naftil y tiourea), y los antioxidantes (fenildiaminas) que son los agentes implicados con más frecuencia en la aparición de reacciones de hipersensibilidad retardada o Tipo IV (dermatitis de contacto alérgica). También se añaden pigmentos, cera insoluble, aceites y material de relleno.²⁴

3.2.2.1 Epidemiología

A pesar que la primera descripción de hipersensibilidad inmediata por látex se realiza en Alemania en 1927 y en años posteriores se publicaron varios casos de urticaria de contacto con látex, no es hasta la década de los 90 que se empieza a considerar un problema importante y a tomar medidas para paliarlo

debido a la prevalencia de la hipersensibilidad al látex de reacciones anafilácticas.²⁴

La prevalencia a la sensibilización al látex en la población en general se encuentra entre 0.12% al 6%.¹⁰ Sin embargo, en ciertas poblaciones llamadas “de riesgo” esta prevalencia es mucho mayor. Entre éstas, destacan el personal sanitario, que presenta un alto nivel de exposición al látex y en el que la prevalencia oscila entre 2 y 25% según los estudios.

Dentro de la población sanitaria son los odontólogos los que mayor prevalencia tienen de sensibilización, teniendo una prevalencia del 6.2%, seguidos del personal de emergencias, quirófano, personal de enfermería y cirujanos.^{10,25}

Los pacientes sometidos a múltiples intervenciones quirúrgicas representan un grupo importante con una prevalencia del 6%, llegando incluso hasta un 50% en los pacientes multioperados que sufren de espina bífida debido al contacto con productos de látex. Además existen pacientes con sensibilización a determinadas frutas que comparten antígenos similares con el látex, con mayores probabilidades de estar sensibilizados (síndrome látex-frutas). Otros grupos de riesgo son los trabajadores que manipulan alimentos, que trabajan en peluquería, empleados de hogar, amas de casa, trabajadores de invernaderos y jardinería, técnicos de laboratorio, ya que su continua exposición a productos que contienen látex les hace tener más probabilidades de sensibilización.²⁵

3.2.2.2 Tipos de reacciones alérgicas al látex

A. Reacciones tardías o reacciones tipo IV

Las reacciones tipo IV son mediadas por inmunidad celular que aparecen dentro del lapso comprendido entre las primeras 24 a 96 horas después del contacto con el látex. Es más frecuente en las manos de las personas que utilizan guantes de látex, pero puede ocurrir en otras partes del cuerpo después del contacto con el látex. La manifestación clínica más común es la dermatitis por contacto y, con seguridad, es el resultado de la sensibilización a agentes químicos agregados durante el procesamiento del látex.

B. Reacciones inmediatas o tipo I

Las reacciones tipo I son mediadas por la IgE y se presentan en aquellas personas que ya se ha sensibilizado previamente y con la re-exposición pueden presentarse síntomas como prurito, enrojecimiento, urticaria, edema, rinoconjuntivitis, sibilancias o incluso un shock anafiláctico.²⁶

3.2.2.3 Manifestaciones clínicas

Los síntomas de la alergia al látex son muy variables, dependiendo de la vía de exposición, la cantidad del alérgeno contactado y la variabilidad individual, pudiendo ser locales o sistémicos.²⁶

A. Dermatitis de contacto alérgica

Comienza desde varias horas hasta 48 horas después del contacto y puede existir una dermatitis irritativa previa. Los síntomas incluyen eritema, pápulas, vesículas, ampollas, prurito.

B. Urticaria de contacto

Comienza minutos después del contacto. Los síntomas incluyen eritema, habones, microvesículas eritematosas con prurito en la zona de contacto con el látex.

C. Dermatitis proteica

De evolución crónica con periodos de reagudización. Es una combinación de mecanismos de hipersensibilidad tipo I y tipo IV.

D. Respiratorios/ conjuntivales (Rinitis/conjuntivitis/asma)

Comienza desde minutos y hasta 2 horas después del contacto. Los síntomas nasales incluyen prurito nasal, hidrorrea, estornudos y congestión nasal. Los síntomas conjuntivales incluyen prurito ocular, lacrimo, eritema conjuntival y edema. Los síntomas bronquiales incluyen tos seca, disnea y sibilancias audibles.

E. Urticaria de generalizada/angiodema

Comienza desde minutos y raramente hasta 2 horas después del contacto. Los síntomas pueden incluir urticaria local y generalizada con presencia o no de edema de zonas laxas.

F. Anafilaxia/shock anafiláctico

Comienza desde minutos y raramente hasta 2 horas después del contacto. Los síntomas pueden incluir urticaria local y generalizada, sensación de malestar, edema de zonas laxas incluida la glotis, náusea, vómitos, epigastralgia, síntomas naso conjuntivales, broncoespasmo e hipotensión.²⁵

3.2.3 Técnica MEAW

La técnica de alambre edgewise multiloop (MEAW) fue creada en 1967 para tratar mordidas abiertas severas, y se encontró que es muy efectiva en su corrección. Desde entonces, la técnica MEAW se ha desarrollado hasta el punto que puede ser utilizada para tratar cualquier maloclusión, especialmente en los estados finales del tratamiento.²⁷

Esta técnica se caracteriza por la presencia de numerosas ansas verticales y horizontales en sus arcos. Uno de los aspectos de mayor relevancia del uso de este tipo de arcos combinados con el uso de elásticos intermaxilares, es que permiten el movimiento dentario en masa de la dentición maxilar y mandibular de manera eficiente y sin perjuicio biológico, debido a la elasticidad de los arcos y a una adecuada relación entre carga/ deflexión.²⁸

La técnica MEAW fue desarrollada en los años 60 por Young H.Kim. La técnica ha tenido un fuerte desarrollo en los países de Asia, especialmente en Japón y Corea, y su inserción internacional se ha producido a través de la Fundación MEAW(MEAW Foundation). Por otro lado se ha destacado la labor de investigación y la impresionante casuística expuesta por el Prof. Sadao Sato de la Universidad de Kanagawa, Japón.²⁹

3.2.3.1 Filosofía Meaw

La filosofía de Meaw incluye un proceso de diagnóstico integral en el que se destaca el diagnóstico cefalométrico desarrollado por Kim, con especial énfasis en la determinación de los patrones de crecimiento vertical y anteroposterior y su relación con el plano oclusal. El ODI (overbite deep indicator) indicador de la profundidad del entrecruzamiento y el APDI (anteroposterior displasia indicator) indicador de la displasia anteroposterior, conjugados a través del CF (combination factor) factor de combinación, proporcionan valores muy importantes para la planificación del tratamiento, especialmente en lo concerniente a la necesidad o no de realizar extracciones, o a la posibilidad de plantear un tratamiento quirúrgico. El contexto de diagnóstico integral de la filosofía MEAW incluye el montaje en articulador, el uso de splints de reposición, la reconstrucción oclusal, la axiografía de ATM, etc.²⁸

3.2.3.2 Diseño de los arcos MEAW

Los arcos MEAW superior e inferior tienen anzas horizontales posicionadas en los espacios interproximales de cada diente, desde distal del incisivo lateral hacia los dientes posteriores, son construidos con alambre rectangular de 0.016" x 0.022" (0.041 x 0.056mm) y una longitud de 15 pulgadas (381mm) de material Elgiloy Azul. Para la inclinación de premolares y molares hacia distal, se incorpora dobleces de tip back de 3 a 5 grados para cada diente, empezando en los primeros premolares y acabando en los segundos molares. Esta activación creará una curva de Spee para los dientes superiores y una curva invertida para los inferiores. El grado de activación de tip back depende de la cantidad de enderezamiento de las piezas posteriores que se requiere.³⁰

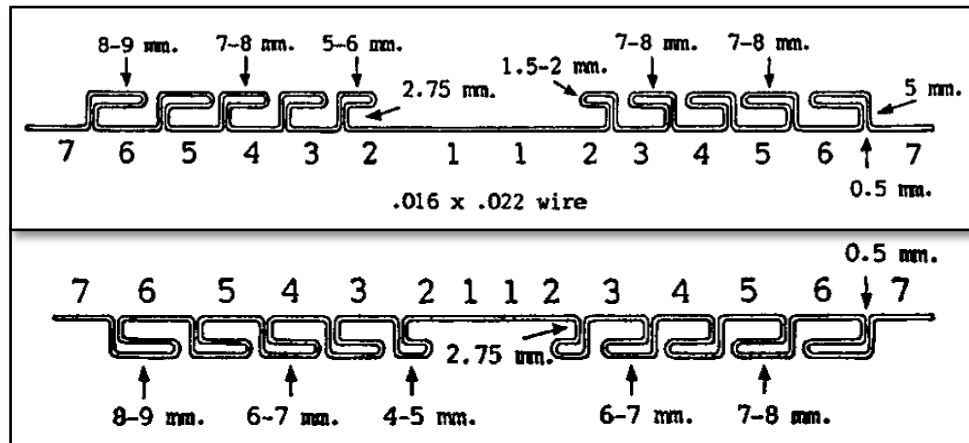


Figura 14. Diagrama de la técnica arco de canto multiansas
(multiloop edgewise archwire) superior e inferior

3.2.3.3 Biomecánica

La biomecánica de los loops tuvo un fuerte desarrollo con la aparición de la técnica de Jarabak, en los años 50. En la concepción mecánica de Jarabak y Fizzel, la acción de las ansas, confeccionadas en alambre redondo, se realiza especialmente a través de movimientos de inclinación y nivelación. La incorporación del loop en la técnica de arco de canto con alambres rectangulares proporciona la posibilidad de acción por medio de momentos de torque, de tal manera de movilizar el diente en los tres sentidos del espacio.²⁹

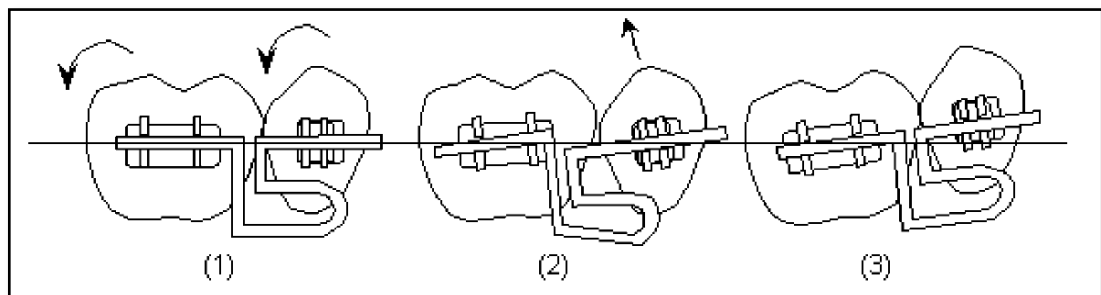


Figura 15. Diagrama del enderezamiento de los dientes posteriores y el
cambio de la inclinación del plano oclusal con la técnica MEAW

3.2.3.4 Función de los arcos MEAW

- Los loops entre los dientes reducen la cantidad de deflexión de carga del alambre de forma significativa, hasta una cuarta parte o una décima parte del alambre ideal del mismo tamaño de acero inoxidable de 0.016" x 0.022". De esta forma produce fuerzas ortodónticas ligeras.
- El componente vertical (patas anteriores y posteriores) de los loops sirven como un rompe fuerzas entre los dientes, y facilitan el movimiento independiente de los dientes.
- El componente horizontal de los loops permite el control de la relación vertical de cada diente.
- El alambre rectangular (0.016" x 0.022") en un bracket con slot de 0.018 proporciona el control de torque de cada diente, y los loops proporcionan el movimiento de torque independiente para cada diente.
- Las activaciones de tip back en el segmento posterior del alambre producen el enderezamiento de los dientes posteriores. Quince grados de enderezamiento molar producen 4.5mm de distalización de los dientes.
- Además de la activación de tip back, los elásticos verticales corrigen los planos oclusales, corrigiendo además la mordida abierta.²⁷
- Con ayuda de los elásticos se puede reconstruir el plano oclusal.
- Se obtiene una oclusión post tratamiento bastante estable.³⁰

3.2.3.5 Uso de elásticos en la técnica MEAW

El uso de los elásticos de 3/16" de 6 oz y los arcos en la técnica MEAW mejoran la posición de la dentición entera. Su sinergismo cumple las siguientes funciones:

- Alineamiento de la dentición
- Control de la dimensión vertical
- Establecimiento de una buena intercuspidadación
- Control de la angulación e inclinación del eje de los dientes especialmente aquellos que presentan angulación mesial.

Variaciones del uso de los elásticos de 3/16" 6oz

- Elásticos verticales
- Elásticos cortos de Clase II
- Elásticos cortos de Clase III
- Elásticos triangulares
- Elásticos en forma de caja
- Elásticos de tope³⁰

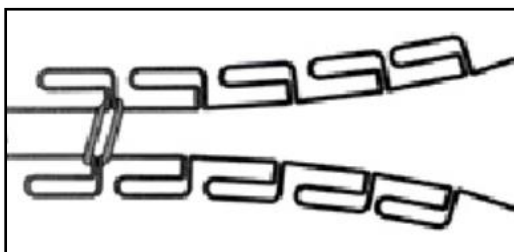


Figura 16. Diagrama de elásticos verticales en la técnica MEAW

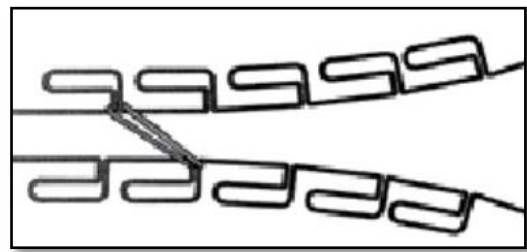


Figura 17. Diagrama de elásticos cortos de Clase II en la técnica MEAW

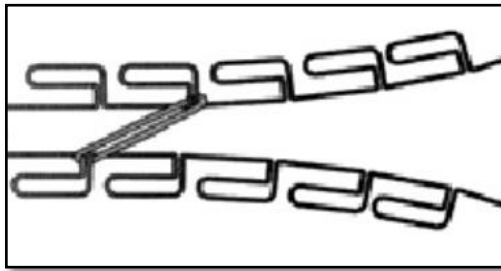


Figura 18. Diagrama de elásticos cortos Clase III en la técnica MEAW

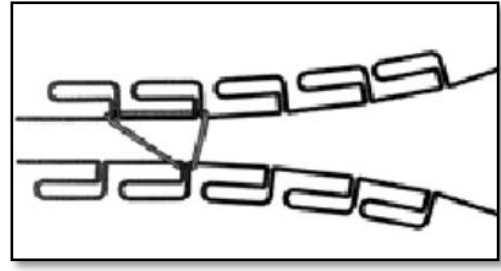


Figura 19. Diagrama de elásticos triangulares en la técnica MEAW

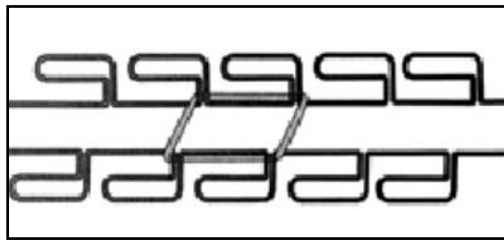


Figura 20. Diagrama de elásticos en forma de caja en la técnica MEAW

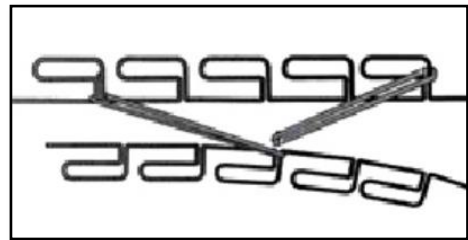


Figura 21. Diagrama de elásticos de tope en la técnica MEAW

3.3 Hipótesis

Existe diferencia significativa en la degradación de la fuerza entre elásticos de látex y no látex de 3/16" y 6 onzas sometidos a tracción estática a la 1,3,6,12 y 24 horas

3.4 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION	INDICADOR	CATEGORIA	INSTRUMENTO	ESCALA
DEGRADACION DE LA FUERZA DE TRACCION	Pérdida de la fuerza del elástico después de un determinado tiempo	Fuerza obtenida después de estirar el elástico durante los distintos intervalos de tiempo. (Newton)	-----	Dinamómetro	Razón
TIEMPO DE TRACCIÓN	Tiempo que el elástico es sometido a tracción estática a una longitud de tres veces su diámetro interno.	Tiempo desde que se colocan los elásticos en los pines hasta que se retiran.	0 hora = 1 1 hora= 2 3 horas=3 6 horas= 4 12 horas= 5 24 horas= 6	Cronómetro	Ordinal
TIPO DE ELÁSTICO	Material con el que está confeccionado el elástico intermaxilar.	-----	Elástico de látex= 1 Elástico sin látex= 2	-----	Nominal

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de estudio

- Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registros de la información

Prospectivo : Los datos se registraron a medida que ocurrieron.

- Según periodo y secuencia del estudio

Longitudinal: Las variables fueron estudiadas a lo largo de un periodo que fue de 24 horas.

- Según el análisis y alcance de los resultados

Experimental: Se compararon variables de muestras independientes.

4.2 Población

Elásticos intermaxilares de látex y no látex de 3/16 “ y 6 onzas.

4.2.1 Criterios de inclusión

- Paquetes de elásticos que se encontraron antes de la fecha de caducidad
- Paquetes de elásticos de la misma marca que tenían similar fecha de fabricación
- Paquetes de elásticos sellados
- Paquetes de elásticos almacenados en lugar fresco y oscuro

4.2.2 Criterios de exclusión

- Paquetes de elásticos que se encontraron después de la fecha de caducidad
- Paquetes de elásticos de la misma marca con diferente fecha de fabricación

- Paquetes de elásticos alterados o abiertos
- Paquetes de elásticos que no habían sido almacenados en un lugar fresco y oscuro

4.3 Procedimiento de recolección de datos

Se realizó entrenamiento y calibración del investigador con un docente especialista en la medición de la fuerza generada por el elástico al estirarlo 14 mm.

Para determinar el nivel de concordancia se aplicó el índice de correlación intraclase a una muestra de 25 elásticos obteniéndose un valor de 0,99 (valor $p < 0,001$) lo que indica una fuerza de concordancia muy buena.

4.3.1 Muestra

La muestra estuvo conformada de manera aleatoria siguiendo los criterios de inclusión. El tamaño de muestra se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 * (S_1^2 + S_2^2)}{(X_1 - X_2)^2}$$

Donde:

- α = Máximo error tipo I
- $1 - \alpha/2$ = Nivel de confianza a dos colas
- $Z_{1 - \alpha/2}$ = Valor tipificado
- β = Máximo error tipo II
- $1 - \beta$ = Poder estadístico
- $Z_{1 - \beta}$ = Valor tipificado

- $S1^2$ = Varianza del grupo 1
- $S2^2$ = Varianza del grupo 2
- d = Diferencia propuesta
- n= Tamaño de cada grupo

Los valores del nivel de confianza a dos colas, valor tipificado y poder estadístico son valores establecidos. El nivel de confianza a dos colas se fijó en 0,975; el valor tipificado de α en 1,960; el valor tipificado de β en 0,842 y el poder estadístico en 0,800. El máximo error tipo I se fijó en 0,050 y el tipo II en 0,200. Se realizó una prueba piloto para determinar los valores de la varianza(Anexo). La varianza del grupo 1 se fijó en 9,9 y la varianza del grupo 2 en 7,3. La diferencia propuesta fue de 2.5.

Se aplicó la fórmula con estos valores y se obtuvo en tamaño de muestra:

$$n = \frac{(1.96 + 0.842)^2 * (9.9 + 7.3)}{2.5} = 21.6$$

En cada grupo se necesitaba por lo menos una muestra de 22 elásticos. Se fijó el número de muestra en 30 elásticos por grupo.

Se utilizaron 180 elásticos de látex cuya composición era hidrocarburo de caucho entre 30% y 36%, cenizas entre 0.30% y 0.7%, proteínas del 1% al 2%, 2% de resina, 0.5% de quebrachitol y 60% de agua. Y se utilizaron 180 elásticos sin látex, compuestos por poliuretanos termoplásticos.

Tipo de muestreo probabilístico.

4.4 Métodos

Se utilizaron elásticos 3/16 pulgadas y 6 oz los cuales fueron divididos en 2 grupos:

- **Grupo 1:** 30 Elásticos de látex marca OrthoClassic para cada intervalo de tiempo, en total de 180 elásticos.
- **Grupo 2:** 30 Elásticos no látex marca OrthoClassic para cada intervalo de tiempo, en total 180 elásticos.

Se realizó un control de calidad de las bolsas de elásticos escogiendo aleatoriamente 5 de cada bolsa y se midió la fuerza con un dinamómetro (Correx 250g, Alemania) al estirarlos 14mm. No se desechó ninguna bolsa ya que no se encontraron diferencias en las fuerzas generadas por los elásticos.

Se realizó una medición de la fuerza inicial de 30 elásticos de látex y 30 de no látex. El resto de elásticos fueron colocados en un medio que simuló las condiciones orales de humedad y temperatura. Este estuvo conformado por un equipo de baño maría (Memmert, 10 L, Alemania) que contenía agua destilada y la mantenía a 37° C con una precisión de +- 0.1°C.

Se colocaron pines sobre un tablero de acrílico, separados 14mm de distancia unos de otros, lo que representa la longitud del elástico 3/16 estirado tres veces su diámetro.

Los elásticos fueron montados sobre los pines a intervalos de 1 min y permanecieron estirados por 1, 3, 6, 12 y 24 horas en la máquina de baño maría antes de la lectura de fuerza, la cual fue medida con un dinamómetro (Correx 250g, Alemania) en la misma secuencia como fueron colocados y con el mismo intervalo de tiempo.

4.5 Procesamiento de datos

Los datos de fuerza, tiempo y tipo de elástico fueron registrados en una ficha numerada.

Los elásticos fueron divididos en 2 grupos de acuerdo al material de fabricación: elásticos de látex y no látex.

La fuerza fue registrada en Newtons y en 6 intervalos de tiempo: la fuerza inicial del elástico, la fuerza a la primera hora, a las 3,6,12 y 24 horas de tracción.

Se determinó si existía diferencia estadísticamente significativa entre las variaciones de fuerza entre los elásticos de látex y no látex, y entre la fuerza inicial y final de cada tipo de elástico.

4.6 Análisis de resultado

El análisis de resultados fue realizado utilizando una Laptop Toshiba Satellite C45-A procesador Core i3 con sistema operativo Windows 8.1.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS versión 22. Los datos fueron organizados en tablas y gráficas usando estadística descriptiva. Se aplicó la Prueba de Kolmogorov – Smirnov para determinar si los datos presentaban una distribución normal (Anexo 3). Se empleó la prueba de Wilcoxon para evaluar los valores de la fuerza dentro de un mismo grupo, y la prueba U de Mann - Whitney para comparar los valores entre los grupos de látex y no látex en los distintos intervalos de tiempo. Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas con un nivel de significancia del 95% ($p < 0.05$).

V. RESULTADOS

5.1 Análisis Descriptivo

TABLA 1. Distribución de los elásticos de látex y no látex.

Tiempo(h)	Grupo	
	Látex	No Látex
	n	n
0	30	30
1	30	30
3	30	30
6	30	30
12	30	30
24	30	30
Total	180	180

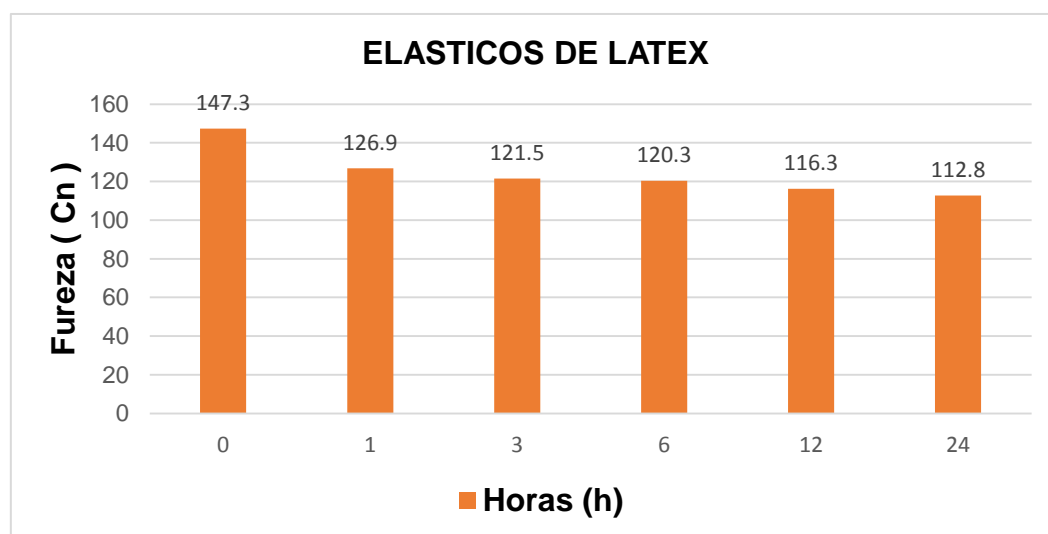
El presente estudio evaluó 180 elásticos de látex y 180 de no látex bajo condiciones orales de humedad y temperatura a distintos intervalos de tiempo. Se realizaron medidas de la fuerza utilizando 30 elásticos en cada intervalo de tiempo en cada grupo. Se evaluó un total de 360 elásticos.

TABLA 2. Fuerza generada por los elásticos de látex a diferentes intervalos de tiempo

Tiempo (h)	Fuerza (Cn)				
	n	Mínimo	Máximo	Media	DE *
0	30	140	155	147,3	3,8
1	30	120	135	126,9	3,6
3	30	115	125	121,5	3,7
6	30	112,5	135	120,3	4,1
12	30	102,5	125	116,3	4,4
24	30	105	120	112,8	3,9

*DE: Desviación estándar

GRÁFICO 1 .Fuerza generada por los elásticos de látex a diferentes intervalos de tiempo.



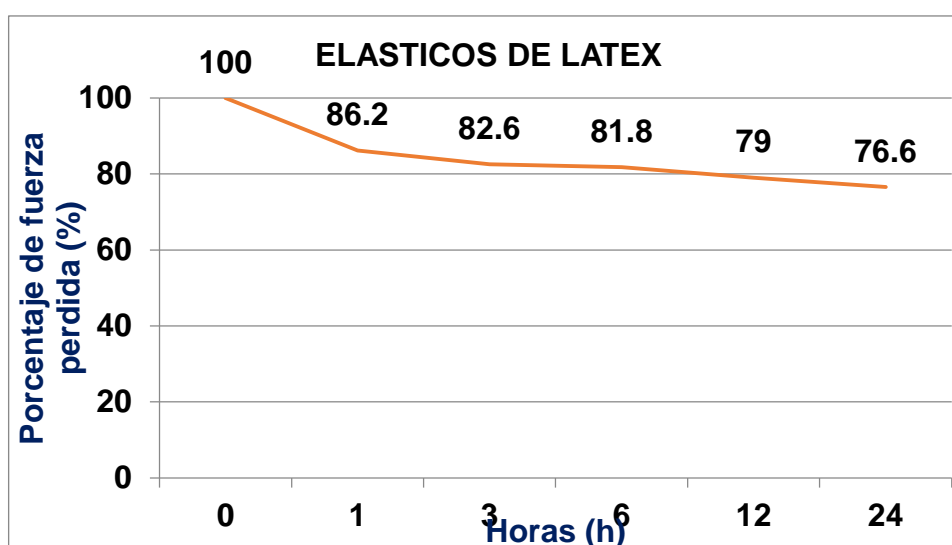
Los elásticos de látex presentaron una fuerza media de 147,3 +/- 3,8 Cn como medida inicial, 126,9 +/- 3,6 Cn a la primera hora, 121,5 +/- 3,7 Cn a las 3 horas, 120,3 +/- 4,1 Cn a las 6 horas, 116,3 +/- 4,4 Cn a las 12 horas y 112,8 +/- 3,9 Cn a las 24 horas.

TABLA 3. Porcentaje de fuerza perdida de los elásticos de látex a diferentes intervalos de tiempo.

Tiempo (h)	Fuerza perdida (%)				
	n	Mínimo	Máximo	Media	DE *
1	30	8,9	22,6	13,8	3,2
3	30	10,7	23,3	17,4	3,3
6	30	6,9	24,2	18,2	3,6
12	30	15,6	29,3	21	3,2
24	30	17,9	27,6	23,4	2,7

*DE: Desviación estándar

GRÁFICO 2. Porcentaje de fuerza perdida de los elásticos de látex a diferentes intervalos de tiempo.



Los elásticos de látex presentaron una disminución media del 13,8 +/- 3,2 % de su fuerza inicial durante la primera hora, 17,4 +/- 3,3 % a las 3 horas, 18,2 +/- 3,6 % a las 6 horas, 21 +/- 3,2 % a las 12 horas y 23,4 +/- 2,7 % a las 24 horas después de ser sometidos a tracción estática bajo condiciones orales de humedad y temperatura. Se registró la mayor degradación de la fuerza en la primera hora, y entre la primera y tercera hora de tracción. La menor fuerza de degradación se registró entre la tercera y sexta hora.

TABLA 4. Fuerza generada por los elásticos no látex a diferentes intervalos de tiempo

Tiempo (h)	Fuerza (Cn)				
	n	Mínimo	Máximo	Media	DE *
0	30	165,0	175	169,6	2,9
1	30	108,5	120	114,5	3,1
3	30	97,5	107,5	102,4	2,8
6	30	90	100	94,8	2,8
12	30	77,5	87,5	82,9	2,9
24	180	70	80	74,6	2,5

*DE: Desviación estándar

GRÁFICO 3 . Fuerza generada por los elásticos no látex a diferentes intervalos de tiempo.



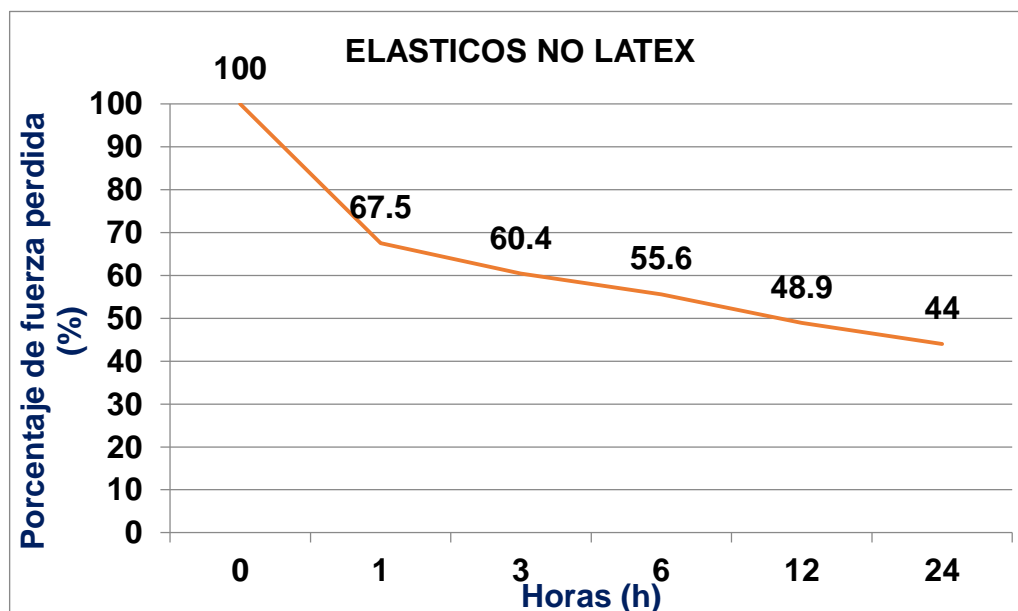
Los elásticos no látex presentaron una fuerza media de 169,6 +/- 2,9 Cn como medida inicial, 114,5 +/- 3,1 Cn a la primera hora, 102,4 +/- 2,8 Cn a las 3 horas, 94,8 +/- 2,8 Cn a las 6 horas, 82,9 +/- 2,9 Cn a las 12 horas y 74,6 +/- 2,5 Cn a las 24 horas.

TABLA 5. Porcentaje de fuerza perdida de los elásticos no látex a diferentes intervalos de tiempo.

Tiempo (h)	Fuerza perdida (%)				
	n	Mínimo	Máximo	Media	DE *
1	30	29,4	36,2	32,5	2
3	30	34,9	43,5	39,6	1,9
6	30	39,4	48,6	44,4	1,8
12	30	47,8	55,1	51,1	1,7
24	30	51,5	59,4	56	1,7

*DE: Desviación estándar

GRÁFICO 4. Porcentaje de fuerza perdida de los elásticos no látex a diferentes intervalos de tiempo.



Los elásticos no látex presentaron una disminución media del 32,5% de su fuerza inicial durante la primera hora, 39,6% a las 3 horas, 44,4 % a las 6 horas, 51,1% a las 12 horas y 56% a las 24 horas después de ser sometidos a tracción estática bajo condiciones orales de humedad y temperatura. Se registró la mayor degradación de la fuerza en la primera hora de tracción.

5.2 Análisis Inferencial

TABLA 6. Valores para determinar si existen diferencias significativas dentro de cada grupo.

Tiempo (h)	Fuerza perdida (%)					
	Elásticos de látex			Elásticos no látex		
	n	Media	Valor p*	n	Media	Valor p*
1	30	13,8		30	32,5	
3	30	17,4		30	39,6	
6	30	18,2	<0.001	30	44,4	<0.001
12	30	21		30	51,1	
24	30	23,4		30	56	

*Prueba de Friedman

Se aplicó la Prueba de Friedman para determinar si había diferencias significativas entre los porcentajes de fuerza perdida dentro de cada grupo. Se determinó que al comparar el porcentaje de fuerza perdida obtenido a distintos intervalos de tiempo existen diferencias significativas tanto en los elásticos de látex ($p < 0,001$) como en los elásticos no látex ($p < 0,001$).

TABLA 7. Comparación del porcentaje de fuerza perdida por los elásticos de látex entre intervalos de tiempo.

Tiempo (h): I-J	Fuerza perdida (%)		
	n	Media (I-J)	Valor p*
0-1	60	0 – 13,8	< 0,0001
0-3	60	0 – 17,4	< 0,0001
0-6	60	0 – 18,2	< 0,0001
0-12	60	0 - 21	< 0,0001
0-24	60	0 – 23,4	< 0,0001
1-3	60	13,8 – 17,4	< 0,0001
1-6	60	13,8 – 18,2	< 0,0001
1-12	60	13,8 – 21	< 0,0001
1-24	60	13,8 – 23,4	< 0,0001
3 -6	60	17,4 – 18,2	0,263
3 -12	60	17,4 – 21	<0,001
3 -24	60	17,4 – 23,4	<0,0001
6 -12	60	18,2 – 21	0,002
6 -24	60	18,2 – 23,4	<0,0001
12-24	60	21 – 23,4	0,003

*Prueba de Wilcoxon

Se aplicó la Prueba de Wilcoxon para determinar entre que intervalos de tiempo existen diferencias significativas al comparar los porcentajes de fuerza perdida de los elásticos de látex. Se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas entre todos los intervalos de tiempo, excepto entre la tercera y sexta hora donde las medias de la fuerza perdida, 17,4% y 18,2 % respectivamente no presentan diferencias significativas ($p=0,263$).

TABLA 8. Comparación del porcentaje de fuerza perdida por los elásticos no látex entre intervalos de tiempo.

Tiempo (h): I-J	Fuerza perdida (%)		
	n	Media (I-J)	Valor p*
0-1	60	0 – 32,5	< 0,0001
0-3	60	0 – 39,6	< 0,0001
0-6	60	0 – 44,4	< 0,0001
0-12	60	0 – 51,1	< 0,0001
0-24	60	0 – 56	< 0,0001
1-3	60	32,5 – 39,6	< 0,0001
1-6	60	32,5 – 44,4	< 0,0001
1-12	60	32,5 – 51,1	< 0,0001
1-24	60	32,5 - 56	< 0,0001
3 -6	60	39,6 – 44,4	< 0,0001
3 -12	60	39,6 – 51,1	< 0,0001
3 -24	60	39,6 - 56	< 0,0001
6 -12	60	44,4 – 51,1	< 0,0001
6 -24	60	44,4 - 56	< 0,0001
12-24	60	51,1 - 56	< 0,0001

*Prueba de Wilcoxon

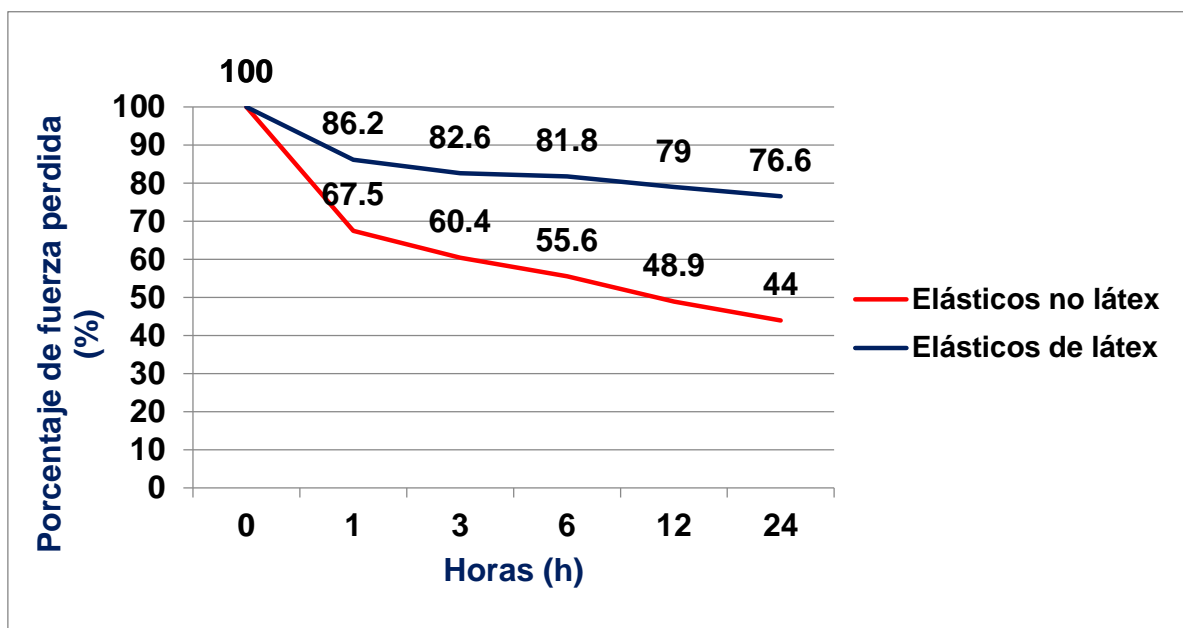
Se determinó entre que intervalos de tiempo existen diferencias significativas al comparar los porcentajes de fuerza perdida de los elásticos no látex aplicando de igual manera la Prueba de Wilcoxon. Se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas entre todos los intervalos de tiempo ($p < 0,0001$).

TABLA 9. Comparación de los porcentajes de fuerza perdida entre elásticos de látex y no látex en los distintos intervalos de tiempo.

Tiempo (h)	Fuerza perdida (%)		p*
	Látex Media	No Látex Media	
1	13.75	32.45	<0.001
3	17.43	39.58	<0.001
6	18.23	44.42	<0.001
12	20.96	51.1	<0.001
24	23.4	56	<0.001

*Prueba de U de Mann-Whitney

GRÁFICO 5. Comparación de los porcentajes de fuerza perdida entre elásticos de látex y no látex en los distintos intervalos de tiempo.



Se compararon las medias de los porcentajes de fuerza perdida en cada intervalo de tiempo entre los elásticos de látex y no látex. Se aplicó la Prueba de U de Mann-Whitney y se encontraron diferencias estadísticamente significativas en todos los intervalos de tiempo ($p < 0,001$). Los elásticos no látex presentaron un mayor porcentaje de fuerza perdida al compararlos con los elásticos de látex.

VI. DISCUSION

El medio oral actúa como un agente en la degradación de la fuerza de los elásticos de látex y no látex, ya que modifica su estructura molecular interna, ya sea por factores como el medio húmedo, fluctuaciones de temperatura y pH, sustancias de la dieta, acción enzimática y microbiana u otros factores indefinidos. Por tal motivo el presente estudio trató de reproducir algunas variables como humedad, temperatura, extensión y tiempo de uso de los elásticos in vitro, de tal manera que estas condiciones pudieron ser controladas con precisión.

Se utilizó agua destilada para este estudio y no agua común o saliva artificial ya que por su composición pueden formar dentro de la máquina de baño maría y sobre la resistencia capas de carbonato, que con el tiempo sirven de aislante, dando como resultado inestabilidad en la temperatura y alteración en este estudio.

Se han descrito diferentes distancias para la extensión de los elásticos, estas distancias van de 20 a 50mm según lo descrito por Wang et al ¹⁰ y entre 20 y 40 según Bishara et al ³¹, y representan el rango de extensiones elásticas en el uso clínico común. Otros autores consideran que debe utilizarse para los estudios la fuerza proporcionada por los fabricantes al extender 2 o 3 veces el diámetro interno de los elásticos ^{11, 32,9}. Esta es la fuerza estándar indicada por el fabricante y por la cual se clasifican los elásticos. Por lo tanto en este estudio se midió la fuerza a 14mm de distancia, lo que equivalía a 3 veces el diámetro interno de los elásticos de 3/16". Los resultados coincidieron con los hallazgos de otros estudios donde también encontraron que las fuerzas iniciales fueron menores en los elásticos de látex ⁵ y mayores en las de no látex ^{4,11,3} que las especificadas por el fabricante. Sin embargo hay varios estudios en los que se encontraron resultados opuestos, donde las fuerzas iniciales fueron mayores en los elásticos de látex ^{3,11} y menores en las de no látex ⁵ que las especificadas por el fabricante. Esto

demuestra la variación de la fuerza inicial de los elásticos que puede ser atribuida a las características que presentan de acuerdo a cada fabricante.

El presente estudio no evaluó la fuerza de degradación después de 24 horas debido a que en la práctica clínica los pacientes suelen descartar los elásticos después de 1 día de uso y algunos los cambian en cada comida. Liu et al.¹⁰ sugirieron que la fuerza de desintegración era notablemente estable después de 1 día de uso debido a que los cambios estructurales causados por estiramiento no eran acumulativos. La reducción de la fuerza el segundo día de uso clínico fue relativamente baja, entre 2% y 6%, y se mantuvo constante durante unos pocos días.¹⁰ Otros estudios confirmaron que la degradación de la fuerza no es significativa después de 24 horas.^{31, 32}

Algunos estudios in vitro se han realizado con un modelo experimental dinámico en el que se simula los movimientos de apertura y cierre de la boca para estirar los elásticos, sin embargo Kersey et al.⁵ declararon que el repetitivo estiramiento de los elásticos provoca una pérdida de la fuerza mayor en comparación con la prueba estática, pero después de una hora la pérdida es similar en ambas pruebas. Liu et al.¹⁰ mostraron que después de 200 ciclos de estiramiento no habían diferencias significativas en la degradación de la fuerza de los elásticos. Por lo tanto para el presente estudio se eligió un modelo experimental estático.

Las comparaciones se realizaron mediante el uso del porcentaje de degradación de la fuerza en lugar de la fuerza real generada debido al gran número de extensiones evaluadas en diferentes estudios.

Al evaluar la degradación de la fuerza tanto en los elásticos de látex y no látex se observa una disminución de la fuerza con el tiempo, lo cual coincide con otros estudios^{9,3}. Sin embargo algunos autores observaron un ligero aumento de la fuerza en algunos casos^{3, 31, 33}. Bishara y Andreasen comentaron que en raras

ocasiones la fuerza media de los elásticos aumentó ligeramente en el periodo subsiguiente de tiempo y lo atribuyeron a un error en la medición en lugar de cualquier fenómeno significativo del propio material. Esto no ocurrió en el presente estudio donde la fuerza decrece en todos los intervalos de tiempo.³¹

Al igual que otros estudios^{5, 7, 10,15} la mayor degradación de la fuerza se produjo durante la primera hora, 13.75% para los elásticos de látex y 32.45% para los elásticos no látex, y se hizo más lenta con el pasar del tiempo. Los elásticos de látex presentaron una degradación media de la fuerza de 23,4 % a las 24 horas. Este resultado coincide con los de Gioka et al.¹⁵ donde se obtuvo una disminución del 23,02% de la fuerza a las 24 horas en elásticos de 3/16" y 6.5oz de la marca Ortho Technology. Fernandes et al.⁷ encontraron una variabilidad en disminución de la fuerza, entre el 10,60% y el 31% a las 24 horas, con una medida media de 15,13% en la marca Morelli, 21,16% en American Orthodontics y 16,67% en TP.

Los elásticos no látex presentaron una degradación media de la fuerza del 56% a las 24 horas. Alavi et al.⁴ encontraron una disminución del 4 al 7,5% después de 1 hora y entre 19% y 38% a las 24 horas. Kersey et al.⁵ reportaron una disminución del 31% de la fuerza en un estudio estático y el 47% en un estudio dinámico. Russell et al.¹¹ reportaron de 15% a 20% en la primera hora y de 20% a 43% a las 24 horas. En otro estudio mencionado por Lopez et al.³ se encontró que la fuerza perdida fue del 24% en medio seco y 73% en medio húmedo después de 24 horas.

Cuando se comparó la degradación de la fuerza entre los elásticos de látex y no látex se encontraron diferencias significativas en todos los intervalos de tiempo. Estos resultados coinciden con los de Kersey⁵ et al. donde al evaluar elásticos de ¼" y 4.5oz marca América Orthodontics encontraron que los elásticos de látex mantuvieron fuerzas más altas en el tiempo perdiéndose el 17% de su fuerza

inicial , mientras que los elásticos no látex perdieron el 31% en 24 horas. Russell et al. ¹¹ encontraron diferencias entre los elásticos de látex y no látex de la marca GAC, pero no en los de la marca Masel. De igual manera López N et al. ⁹ al comparar elásticos de látex y no látex de 1/4" y 4oz no encontraron diferencias significativas entre las fuerzas iniciales, a las 8 y 24 horas en las marcas GAC y LANCER en condiciones húmedas. Existe una gran variabilidad en los resultados al comparar elásticos de látex y no látex, que puede ser atribuida al tipo de elástico, al fabricante y a los diferentes entornos experimentales. Ningún producto de la marca Orthoclassic se ha puesto a prueba en los estudios citados anteriormente por lo que las comparaciones directas son limitadas.

No hay un consenso en la literatura sobre qué cantidad de degradación de la fuerza es importante ya que esto depende de la magnitud de la fuerza deseada por el clínico. Algunos autores han utilizado una diferencia del 10% como un valor clínicamente significativo ⁵.

En la práctica clínica real los elásticos son expuestos a números factores intraorales, por lo tanto no se pueden tomar decisiones clínicas basadas en estudios in vitro. Sin embargo este tipo de estudio es útil como guía para posibles experimentos clínicos en el futuro y puede contribuir a mejorar el conocimiento del comportamiento mecánico de los elásticos intermaxilares lo que permite una mayor previsibilidad en su aplicación.

Al igual que Kersey et al⁵ y López et al ⁹ creemos que debido a la variabilidad de resultados en los estudios, es aconsejable que los profesionales pongan a prueba una muestra de sus elásticos antes de usarlos o de adquirir grandes cantidades para asegurarse que los niveles de fuerza producidos caen dentro del rango esperado según lo especificado por el fabricante.

VII. CONCLUSIONES

- Existen diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de degradación de la fuerza en todos los intervalos de tiempo entre los elásticos de látex y no látex, siendo este porcentaje menor en los elásticos de látex.
- La mayor degradación de la fuerza se produjo dentro de la primera hora después de la extensión tanto en los elásticos de látex y no látex.
- En todos los intervalos de tiempo se encontró una significativa degradación de la fuerza tanto en los elásticos de látex y no látex, excepto entre la tercera y sexta hora para los elásticos de látex.
- Debido a las altas tasas de pérdida de fuerza en los elásticos no látex, es importante que estos se cambien a intervalos regulares no superiores a 3-4 horas.
- Debido a la variabilidad en el suministro de fuerza es aconsejable que los profesionales pongan a prueba una muestra de los elásticos antes de ser utilizados.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda la realización de estudios similares utilizando distintas marcas de elásticos, colores y presentaciones.

Debido a la variabilidad de distancias de tracción de los elásticos, se recomienda realizar estudios utilizando distintas distancias.

Luego de concluir el presente trabajo , se recomienda fomentar la investigación sobre la fuerza ejercida y su degradación en los elásticos intermaxilares, incluyendo otras variables orales intervinientes con el fin de obtener información sobre las fuerzas adecuadas para lograr movimientos dentales requeridos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Newgman R. **Biomêcnica dos elásticos intermaxilares na ortodontia: Clase II e Clase III.** Tesis para obtener el título de Especialista en Ortodoncia. Instituto de ciencias de la salud Funorte/Soebras. 2010
2. Polur I, Peck S. **Orthodontic elastics: Is some tightening needed?**. Angle Orthodontist. 2010; 80(5): 988-989.
3. López N, Vicente A, Bravo L, Calvo J, Cantera M. **In vitro study of force decay of latex and non-latex orthodontic elastics.** European Journal of Orthodontics. 2011; 34(1): 202-207.
4. AlaviS, Rahnama A, Hajizadeh F, Ardekani H. **An In-vitro comparison of force loss of orthodontic non-latex elastics.**2014; 11(1):10-16.
5. Kersey M, Glover K, Heo G, Raboud D, Major P. **A comparison of dynamic and testing of latex and nonlatex orthodontic elastics.** Angle Orthodontist. 2003; 73(2): 181-186.
6. Singh V, Pokhrael P, Pariekh K, Roy D, Singla A, Biswas K. **Elastics in orthodontics: a review.** Health Renaissance. 2012; 10(1): 49-56.
7. Fernandes D, Fernandes G, Artese F, Elias C, Mendes A. **Force extension relaxation of medium force orthodontic latex elastics.** Angle Orthodontist. 2011; 81(5): 812-819.

8. Leão J, Gallo D, Santana R, Guariza O, Camargo E, Tanaka O. **Influence of different beverages on the force degradation of intermaxillary elastics: an in vitro study.** Journal of Applied Oral Science. . 2013;21(2):145-149
9. Fernandes D, Abrahão G, Elias C, Mendes A. **Force Relaxation Characteristics of Medium Force Orthodontic Latex Elastics: A Pilot Study.** International Scholarly Research Network. 2011; 1(1) :1-5.
10. Wang T, Zhou G, Tan X, Dong Y. **Evaluation of Force Degradation Characteristics of Orthodontic Latex Elastics in Vitro and In Vivo.** Angle Orthodontist. 2007; 77(4): 688-693
11. Russel K, Milne A, Khanna R, Lee J. **In vitro assessment of the mechanical properties of latex and nonlatex orthodontic elastics.** American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2001;120(1):36–44.
12. Wong A. **Orthodontic Elastic Materials.** Angle Orthodontist. 1976; 46(2):196-205.
13. Lacerda dos Santos R, Melo M, Vilela M. **The influence of pH levels on mechanical and biological properties of nonlatex and latex elastics.** Angle Orthodontist. 2012; 82(4): 709-714.
14. Sauget P, Stewart K, Katona T. **The effect of pH levels on non latex vs latex interarch elastics.** Angle Orthodontist. 2011; 81(6): 1070-1074.
15. Gioka C, Zinelis S, Eliades T, Eliades G. **Orthodontic latex elastics: a force relaxation study.** Angle Orthodontist. 2006; 76(3): 475-479.

16. Canut JA. **Ortodoncia clínica y terapéutica**. Vol 1.2 Ed. Valencia: MASOON; 2000
17. Uribe GA. **Ortodoncia teoría y clínica**. Vol 1. 1ª ed. Medellín: Corporación para investigaciones biológicas; 2004.
18. Langlade M. **Optimización de elásticos ortodóncicos**. Vol 1. 1ª ed. Nueva York: GAC international; 2000.
19. Rodríguez E, Casasa R. **Ortodoncia contemporánea Diagnóstico y tratamiento**. Vol 1. 1ª ed. Actualidades médico odontológicas Latinoamérica ; 2005.
20. Langlade M. **Terapêutica ortodôntica**. Vol 1. 3ª ed. Brasil: Santos; 1985.
21. Lariato LB, Wilson A, Pacheco W. **Considerações clínicas e biomecânicas de elásticos em ortodontia**. Revista Clínica de Ortodontia Dental Press. 2006; 5(1): 44-57.
22. Martins M, Moraes A, Oliveira A, Andrade M, Ferreira V, Sá S. **Estudo comparativo entre as diferentes cores de ligaduras elásticas**. Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial. 2006; 11(4): 81-90.
23. Joaib D. **Avaliação da degradação de elásticos ortodónticos intraorais de látex**. Tesis para optar el grado de Maestro en odontología, Universidad del estado de Rio de Janeiro. 2009.

24. Gil M, Barriga F, Pérez J. **Alergia al látex en los trabajadores sanitarios Vigilancia de la salud.** Medicina y Seguridad del Trabajo. 2007; 53(3): 1-9.
25. Matheu V et al. **Alergia al látex en el servicio de urgencias y emergencias.** Emergencias. 2006; 18(1): 94-100.
26. Beltri P, Bartolome B, Torres L, Planells P. **La alergia al látex en la consulta dental.** Cientdent. 2005; 2(2): 133-139.
27. Kim Y. **Tratamiento de Maloclusiones severas mediante la técnica de alambre Edgewise Multiloop (Multiloop Edgewise Arch-Wire, MEAW).** Ortodoncia Clínica. 2004; 7(1): 22-34.
28. Cuba T. **Tratamiento de la maloclusión Clase II hiperdivergente severa con la técnica Meaw.** Apuntes en ortodoncia. 2011; 3(1):1-10.
29. Voss R. **Arco de canto multiansas (multiloopedgewise archwire: Meaw) ¿Por qué multiloop ? Aspectos clínicos y biomecánica.** Revista Ortodoncia. 2008; 71(1): 70-80
30. Arriola L. **Versatilidad de la técnica Meaw en el tratamiento de las Maloclusiones.** Tesis para optar el título de especialista en ortodoncia. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2012.
31. Bishara S, Andreasen G. **A comparison of time related forces between plastic elastiks and latex elastics.** Angle Orthodontist. 1970; 40(4): 319–328.

32. Andreasen G, Bishara S. **Comparison of elastik chains with elastics involved with intra-arch molar to molar forces.** Angle Orthodontist. 1970; 40 (3) : 151–154.
33. Brantley W , Salander S, Myers C , Winders R. **Effects of pre-stretching on force degradation characteristics of plastic modules.** Angle Orthodontics. 1979. 49(1): 37–43

X. ANEXOS

ANEXO 1. Calibración

Valores obtenidos en la calibración

DOCENTE ESPECIALISTA	INVESTIGADOR
182.5	182.5
215	215
200	200
185	185
197.5	195
200	202.5
195	195
180	185
215	210
190	190
207.5	207.5
207.5	205
210	210
195	195
207.5	205
185	185
210	210
195	195
185	185
205	205
205	205
200	197.5
182.5	182.5
205	205
190	190

Coeficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase(a)	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	.985(b)	.966	.993	129.671	24	24	.000
Medidas promedio	.992(c)	.982	.997	129.671	24	24	.000

Modelo de efectos mixtos de dos factores en el que los efectos de las personas son aleatorios y los efectos de las medidas son fijos.

a Coeficientes de correlación intraclase de tipo C utilizando una definición de coherencia, la varianza inter-medidas se excluye de la varianza del denominador.

b El estimador es el mismo, ya esté presente o no el efecto de interacción.

c Esta estimación se calcula asumiendo que no está presente el efecto de interacción, ya que de otra manera no es estimable.

Valoración de la concordancia

TABLA 9. Valoración de la concordancia según los valores del coeficiente de correlación intraclase (CCI)	
Valor de CCI	Fuerza de la concordancia
> 0,90	Muy buena
0,71-0,90	Buena
0,51-0,70	Moderada
0,31-0,50	Mediocre
< 0,30	Mala o nula

ANEXO 2. Estudio Piloto

La muestra para el estudio piloto estuvo conformada de manera aleatoria siguiendo los criterios de inclusión y fue de 3 elásticos por grupo y por medición de tiempo, que hicieron un total de 36 elásticos. Primero se midió la fuerza inicial de los elásticos y luego fueron montados sobre los pines donde permanecieron estirados por 1, 3, 6, 12 y 24 horas antes de la lectura de fuerza. Los resultados se obtuvieron en Cn y a partir de estos valores se determinó el porcentaje de degradación de la fuerza.

Elástico de látex

Porcentaje de degradación de la fuerza

Tiempo (h)	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Una	3	87,5	87,9	87,6	0,2
Tres	3	84,4	87,9	85,6	2
Seis	3	78,8	81,3	80,4	1,4
Doce	3	75,8	81,3	79,4	3,2
Veinticuatro	3	75,8	78,1	77,3	1,3

Elásticos no látex

Porcentaje de degradación de la fuerza

Tiempo (h)	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Una	3	70.6	72.7	71.3	1.2
Tres	3	64.7	66.7	65.4	1.2
Seis	3	58.8	63.6	61.4	2.4
Doce	3	55.9	60.6	57.5	2.7
Veinticuatro	3	55.9	60.6	57.5	2.7

ANEXO 3. Prueba de normalidad

Tiempo(h)	Prueba de Kolmogorov - Smirnov			
	Látex		No Látex	
	Normalidad	Valor p	Normalidad	Valor p
0	No	< 0,001	No	0,002
1	No	0,002	No	< 0,001
3	No	< 0,001	No	< 0,001
6	No	< 0,001	No	< 0,001
12	No	0,001	No	0,017
24	Si	0,050	No	< 0,001

ANEXO 4. Ficha de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°1

Elásticos de látex de 3/16" y 6oz

Número de elástico	Medida de fuerza (Gramos)					
	Medida inicial	1 hora	3 horas	6 horas	12 horas	24 horas
E 1						
E 2						
E 3						
E 4						
E 5						
E 6						
E 7						
E 8						

E 9						
E 10						
E 11						
E 12						
E 13						
E 14						
E 15						
E 16						
E 17						
E 18						
E 19						
E 20						
E 21						
E 22						
E 23						
E 24						
E 25						
E 26						
E 27						
E 28						
E 29						
E 30						

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°2

Elásticos no látex de 3/16" y 6oz

Número de elástico	Medida de fuerza (Gramos)					
	Medida inicial	1hora	3 horas	6 horas	12 horas	24 horas
E 1						
E 2						
E 3						
E 4						
E 5						
E 6						
E 7						
E 8						
E 9						
E 10						
E 11						
E 12						
E 13						
E 14						
E 15						
E 16						
E 17						

E 18						
E 19						
E 20						
E 21						
E 22						
E 23						
E 24						
E 25						
E 26						
E 27						
E 28						
E 29						
E 30						

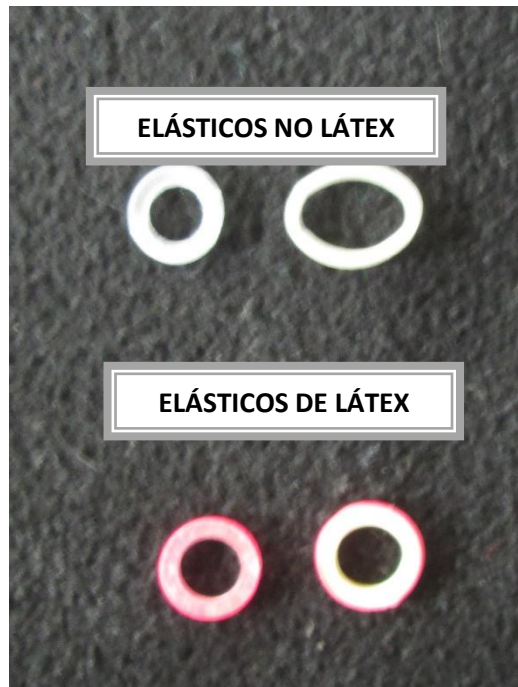
ANEXO 5. Elásticos intermaxilares de 3/16" y 6 oz



Elásticos de látex



Elásticos no látex



Elásticos de látex y no látex, antes y después de ser sometidos a tracción estática en condición húmeda a 37° C por 24 horas.

ANEXO 6. Instrumentos de medición



Dinamómetro (Correx 250 g, Alemania)



Tablero confeccionado para realizar las mediciones a 14mm de distancia.

ANEXO 7. Máquina de baño maría (Memmert, 10L, Alemania)

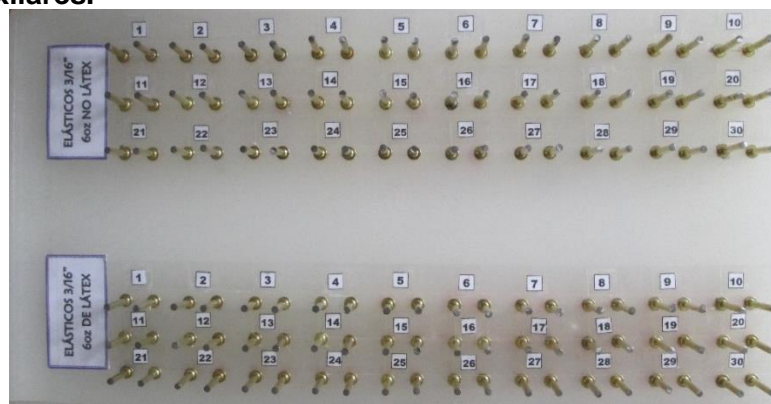


Máquina de baño maría Memmert utilizada para simular condiciones orales de humedad y temperatura.



Temperatura programada: 37° +/- 0.1 ° C

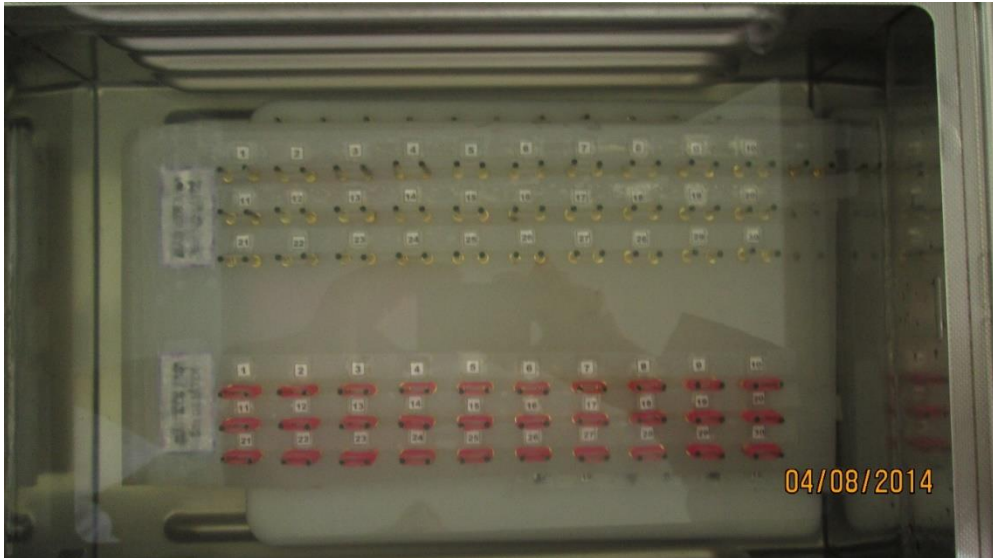
ANEXO 8. Maqueta utilizada para la tracción estática de los elásticos intermaxilares.



Tablero confeccionado con pines separados a 14mm donde se colocaron los elásticos intermaxilares.

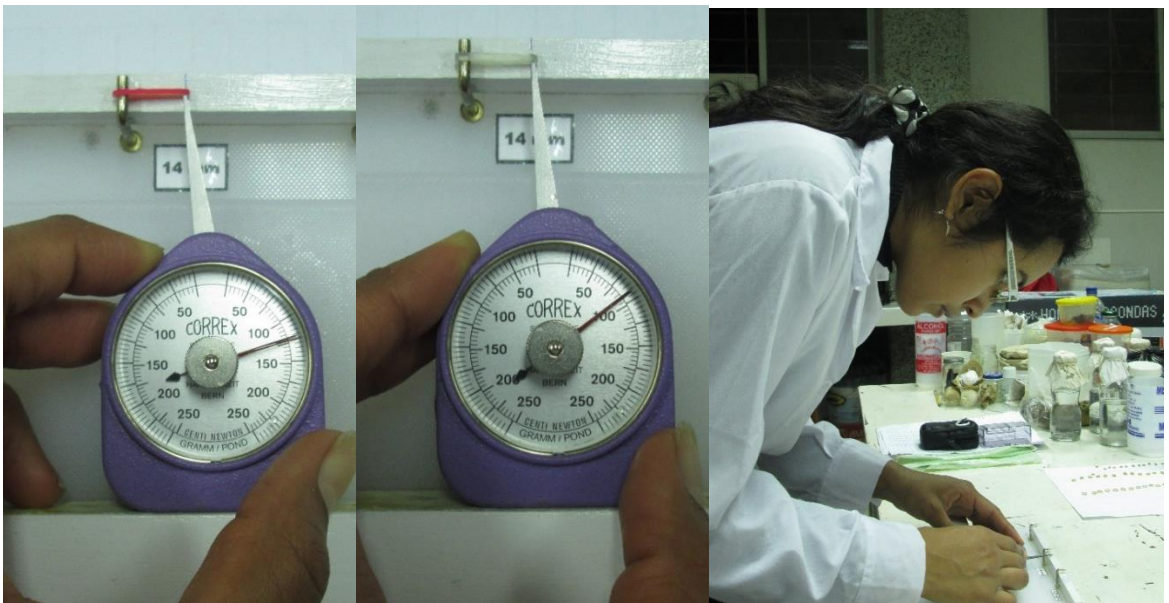


Colocación de los elásticos intermaxilares en los pines dentro de la máquina de baño maría Memmert.



Ubicación de los 150 elásticos de látex y 150 de no látex en los pines correspondientes dentro de la máquina de baño maría.

ANEXO 9. Mediciones



Medición de la fuerza presentada por los elásticos después de un intervalo de tiempo